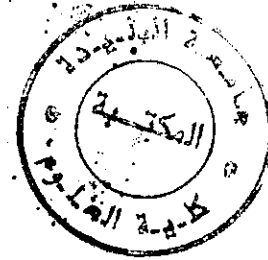


République Algérienne Démocratique et Populaire,  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

Université Saad Dahlab, Blida  
USDB.

Faculté des sciences.  
Département informatique.



Mémoire pour l'obtention  
D'un diplôme d'ingénieur d'état en informatique.  
Option : SI

Sujet :

**Systeme interactif d'aide à la décision  
pour l'évaluation des entreprises**

Présenté par  
Hanifi mohamed bachir  
Dohsset chakib

Promoteur  
M<sup>me</sup> Abed Hafida  
Encadreur  
M' Ferroukhi mohamed

Organisme d'accueil : SGP Gephac

Soutenu le : 24/11/2005

2004 / 2005



## résumé

Dans l'évaluation des entreprises il faut souvent prendre en considération plusieurs critères qui peuvent être conflictuels, l'analyse financière quoique toujours intéressante, a montré des insuffisances notamment lorsqu'il s'agit de données imprécises et peu fiable. Leur analyse nécessite une méthodologie appropriée tel que les méthodes multicritères.

Notre travail vise à réaliser un système interactif d'aide à la décision qui évalue les firmes de la SGP GEPHAC et cela en les affectant entre quatre catégories, soit la firme est très performante, performantes, assez peu performantes, peu performantes. Le classement s'effectue sur la base de neuf indicateurs de performance, jouant le rôle de critères de comparaison, répartis en trois familles de trois critères.

Mots clés : évaluation financière, analyse financière, aide à la décision, système interactif d'aide à la décision, approche multicritères.

## abstract

In the evaluation of the companies it is often necessary to take into account several criteria which can be conflict, the financial analysis though always interesting, showed insufficiencies in particular when they are vague data and not very reliable. Their analysis requires a suitable methodology such as the multicriterion methods.

Our works aims has to carry out an interactive system of assistance has the decision which evaluates the firms of SGP GEPHAC and that by affecting them between four categories, that is to say the firm is very powerful, powerful, rather not very powerful, not very powerful. The classification is carried out on the basis of nine indicator of performance, playing the part of comparison criterions, divided into three families of three criteria.

Key words : financial evaluation, analyzes financial, decision-making aid, interactive system of decision-making aid, approaches multicriterion.

## Remerciement

On remercie l'ensemble des professeurs du cycle d'ingénieur en génie informatique de l'université de Saad Dahlab, tous singulièrement M<sup>me</sup> Boustia, M<sup>me</sup> Aoussat, M<sup>me</sup> Nader pour le soutien et la disponibilité dont il ont fait preuve durant notre formation.

Nous tenons à exprimer aussi notre très grande gratitude à M<sup>me</sup> Abed Hafida, notre promotrice et à notre encadreur M<sup>r</sup> Ferroukhi Mohamed, pour leurs soutien et leurs dévouement durant la période de stage, sans oublier M<sup>me</sup> Oukid qui s'est montré empressé envers nous.

On voudrais Témoigner également de la reconnaissance envers M<sup>me</sup> Medjdoub.

On remercie enfin tous les étudiants du cycle d'ingénieur en génie informatique, 3<sup>ème</sup> promotion pour leurs encouragements ainsi que tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce mémoire de fin d'étude.

## Dédicace

*Ce mémoire est dédié :*

*A mes très chers parents pour leur soutien durant  
toute ma carrière,*

*Pour leur bienveillance, leurs efforts constants dans mes études,  
Et Pour leur encouragements,*

*A mes soeurs Hayet Amel et Sarah.*

*A toute ma famille,*

*A mon binôme Chakib et à toute sa famille*

*A tous mes amis.*



## Dédicace

*A mes chers parents,*

*A mon frère unique Chawki,*

*A mes grands-mères Hamida et Nyam,*

*A mon oncle Bassem et sa femme Anissa,*

*A toutes mes tantes Bothaina, Cousseem, Nadjjet, Salha et Nadjiba,*

*A mes cousins Mohamed, Sadek, Amine, Ahmed et Yasser, et toutes mes  
cousines,*

*A mon binôme Bachir et à toute sa famille*

*Je dédie ce mémoire.*



# SOMMAIRE

# Sommaire



résumé	
remerciement	
dédicace	
sommaire	
liste des figures	
liste des tableaux	
introduction générale	
La problématique	
Les objectifs	

## Chapitre I : Chapitre introductif

I.1. Introduction.....	1
I.2. présentation de « CEPHAC ».....	1
I.2.1. la filière chimie.....	2
I.2.2. la filière pharmacie.....	3
I.2.3. domaines d'activités.....	3
a. produits de la filière chimie.....	3
b. produits de la filière pharmacie.....	4
I.3. actions des entités.....	6
I.3.1. notion de groupe.....	7
I.3.2. notion de contrôle.....	7
I.3.3. les filiales.....	8
I.3.4. les participations.....	8
I.4. analyse des données.....	8
I.5. l'évaluation.....	10
I.6. conclusion.....	12

## Chapitre II : Théories d'aide à la décision

II.1. Introduction.....	13
II.2. concepts de base.....	13
II.3. le modèle fondamental d'une décision.....	14
II.4. les systèmes de traitement de l'information.....	17
II.4.1. les modèles multicritères.....	18
II.4.2. systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD).....	18
II.4.2.1. définition.....	18
II.4.2.2. les caractéristiques d'un SIAD.....	19
II.4.2.3. les composants d'un SIAD.....	19
a. base de données.....	20
b. base de modèles.....	21
c. système de dialogue.....	22
II.4.2.4. typologie des SIAD.....	23
a. SIAD optimal.....	23

b. SIAD intermédiaire.....	23
c. SIAD intelligent.....	24
II.5. les outils d'aide à la décision.....	25
1. les outils mathématiques ou statistiques d'aide à la décision.....	25
2. les outils informatiques d'aide à la décision.....	25
II.6. conclusion.....	26

## Chapitre III : l'analyse multicritère

III.1. Introduction.....	27
III.2. les méthodes multicritère.....	27
III.3. pour quoi les méthodes multicritères ? .....	28
III.4. la méthodologie multicritère.....	29
III.4.1. liste des actions potentielles.....	30
III.4.1.1. concept d'action.....	30
III.4.1.2. les quatre problématiques de référence.....	32
a. problématique du choix (P. $\alpha$ ) .....	32
b. problématique de tri (P. $\beta$ ) .....	32
c. problématique de rangement (P. $\gamma$ ) .....	33
d. problématique de description (P. $\delta$ ) .....	34
III.4.2. dresser la liste des critères à prendre en considération.....	35
III.4.2.1. modélisation des préférences.....	35
a. indifférence.....	35
b. préférence stricte.....	35
c. préférence faible.....	35
d. incomparabilité.....	36
III.4.2.2. définition d'un critère.....	36
III.4.2.3. famille cohérente de critères.....	36
III.4.2.4. notion de surclassement.....	37
III.4.2.5. pouvoir discriminant d'un critère.....	37
III.4.2.6. paramètres d'importance (préférence sur les critères) .....	39
III.4.3. tableau d'évaluation multicritères.....	39
III.4.4. problème d'agrégation des performances.....	40
1. méthode d'agrégation complète (1 <sup>er</sup> A.O) .....	41
2. méthode d'agrégation partielle (2 <sup>ème</sup> A.O) .....	42
3. méthode d'agrégation locale (3 <sup>ème</sup> A.O) .....	42
III.4.5. analyse de sensibilité.....	43
III.5. choix d'une méthode multicritères.....	44
III.6. justification du choix de l'approche de surclassement.....	45
III.7. quelques méthodes de surclassement.....	46
III.8. la méthode Electre Tri.....	46
III.8.1. les indicateurs ou critères de performance.....	47
III.8.2. les profils multicritères de référence, les frontières des catégories.....	48
III.8.3. l'imprécision des valeurs de performance.....	49
III.8.4. l'affectation multicritère et les veto d'affectation.....	49
III.8.5. rappel des notions de pseudo-critère et de surclassement unicritère.....	50
III.8.6. les indices de concordances partielles par critère.....	51
III.8.7. l'indice de concordance globale pour l'ensemble des critères.....	51
III.8.8. les indices de discordances partielles.....	52
III.8.9. degré de crédibilité du surclassement global.....	52



III.8.10. la relation de surclassement résultante.....	52
III.8.11. les procédures d'affectation multicritère des entreprises aux catégories de performance.....	53
III.9. conclusion.....	54

## Chapitre IV : Processus de développement du système

IV.1.	55
introduction.....	
IV.2. l'analyse.....	56
IV.2.1. description de notre système.....	57
a. niveau données.....	57
b. niveau traitement.....	57
IV.2.2. les diagrammes de cas d'utilisation.....	58
a. affectation.....	60
b. générateur de rapports.....	61
c. manipulation des données.....	63
d. attribution des droits.....	65
e. saisi et transfert de données.....	67
IV.2.3. diagramme des classes préliminaire.....	69
IV.2.4. conclusion.....	71
IV.3. conception.....	71
IV.3.1. diagrammes de séquence et de collaboration.....	71
a. authentification.....	71
b. affectation.....	72
c. attribution de droits.....	74
d. recherche.....	74
e. saisi et transfert de données.....	75
f. générateur de rapport.....	76
IV.3.2. diagramme d'activité.....	78
IV.3.3. diagramme des classes détaillée.....	79
IV.3.4. conclusion.....	82
IV.4. conception détaillée.....	82
IV.4.1. digramme de déploiement.....	82
IV.5. implémentation.....	84
IV.5.1. les produits utilisés de Oracle.....	84
IV.5.2. java.....	85
IV.5.3. les programmes Java.....	85
IV.5.4. les points forts de java.....	86
IV.5.5. ODBC.....	86
IV.5.6. connexion Java aux Bases de Données (JDBC).....	87
IV.5.7. description de l'architecture client/serveur.....	87
a. un serveur.....	87
b. un client.....	87
c. l'architecture client/serveur.....	87
IV.6. validation des cas d'utilisations.....	90
IV.6.1. validation du cas d'utilisation "affectation".....	90
IV.6.2. validation du cas d'utilisation "authentification".....	92
IV.6.3. validation du cas d'utilisation "générateur de rapports".....	92
IV.6.4. validation du cas d'utilisation "manipulation de données".....	93
IV.6.5. validation du cas d'utilisation "gestion des utilisateurs".....	93

IV.6.6. validation du cas d'utilisation "saisi et transfert de données".....	94
IV.7. conclusion.....	94





*conclusion générale*

*bibliographie*

*annexe 1*

*annexe 2*

# Liste des figures

Figure n°	Titre	Figure dans	page
1	filière Chimie	Chapitre I	2
2	filière Pharmacie	Chapitre I	3
3	flux d'informations remontées	Chapitre I	5
4	le modèle fondamental de la décision selon H. SIMON	Chapitre II	15
5	architecture d'un SIAD	Chapitre II	19
6	SIAD optimal	Chapitre II	23
7	SIAD intermédiaire	Chapitre II	24
8	SIAD intelligent	Chapitre II	24
9	aboutissement de la problématique du choix	Chapitre III	32
10	aboutissement de la problématique de tri	Chapitre III	33
11	aboutissement de la problématique de rangement	Chapitre III	34
12	la méthodologie multicritères	Chapitre III	44
13	pseudo-critère, surclassements unicritères, indices partiels de concordance	Chapitre III	51
14	le modèle de développement en cascade	Chapitre IV	56
15	architecture du système "selecto"	Chapitre IV	58
16	généralisation des acteurs du système "selecto"	Chapitre IV	59
17	diagramme de contexte "selecto"	Chapitre IV	59
18	cas d'utilisation "affectation"	Chapitre IV	60
19	scénario "affectation"	Chapitre IV	61
20	diagramme de séquence "affectation"	Chapitre IV	61
21	cas d'utilisation "générateur de rapports"	Chapitre IV	61
22	scénario "générateur de rapports"	Chapitre IV	62
23	diagramme de séquence "générateur de rapports"	Chapitre IV	62
24	cas d'utilisation "manipulation de données"	Chapitre IV	63
25	scénario "manipulation de données"	Chapitre IV	63
26	diagramme de séquence "manipulation  insertion"	Chapitre IV	64
27	diagramme de séquence "manipulation  suppression"	Chapitre IV	64
28	diagramme de séquence "manipulation  modification"	Chapitre IV	65
29	diagramme de séquence "manipulation  recherche"	Chapitre IV	65
30	cas d'utilisation "attribution rôles et privilèges"	Chapitre IV	66
31	scénario "attributions rôles et privilèges"	Chapitre IV	66
32	diagramme de séquence "attribution droits"	Chapitre IV	67
33	diagramme de séquence "retirer droits"	Chapitre IV	67
34	cas d'utilisation "saisi et transfert de données"	Chapitre IV	68
35	scénario "saisi et transfert de données"	Chapitre IV	68
36	diagramme de séquence "saisi et transfert de données"	Chapitre IV	69
37	diagramme des classes préliminaire "selecto"	Chapitre IV	70
38	diagramme de séquence "authentification"	Chapitre IV	72
39	diagramme de séquence "affectation"	Chapitre IV	73
40	diagramme de séquence "attributions droits / privilèges"	Chapitre IV	74
41	diagramme de séquence "recherche"	Chapitre IV	75
42	diagramme de séquence "transmission, modification, suppression, ajout"	Chapitre IV	76
43	diagramme de séquence "générateur de rapports"	Chapitre IV	77
44	diagramme d'activité "affectation"	Chapitre IV	78
45	diagramme des classes détaillée "selecto"	Chapitre IV	80
46	diagramme de déploiement "selecto"	Chapitre IV	82
47	fonctionnement de notre système	Chapitre IV	89
48	choix des critères	Chapitre IV	90
49	paramètres des critères sélectionnés	Chapitre IV	90
50	analyse de sensibilité	Chapitre IV	91
51	prise de décision	Chapitre IV	91
52	authentification	Chapitre IV	92
53	paramètre du rapport	Chapitre IV	92
54	rapport d'affectation	Chapitre IV	92
55	manipulation de données	Chapitre IV	93
56	gestion des utilisateurs	Chapitre IV	93
57	saisi et transfert de données	Chapitre IV	94

# Liste des tableaux

Tableau.1 : Tableau des performances.....	40
Tableau.2 : description des diagrammes de classes.....	81

## Annexe 1 :

Tableau.3 : Performances moyennes des entreprises.

Tableau.4 : Statistiques des performances par critère.

Tableau.5 : Profils des frontières et leurs paramètres communs.

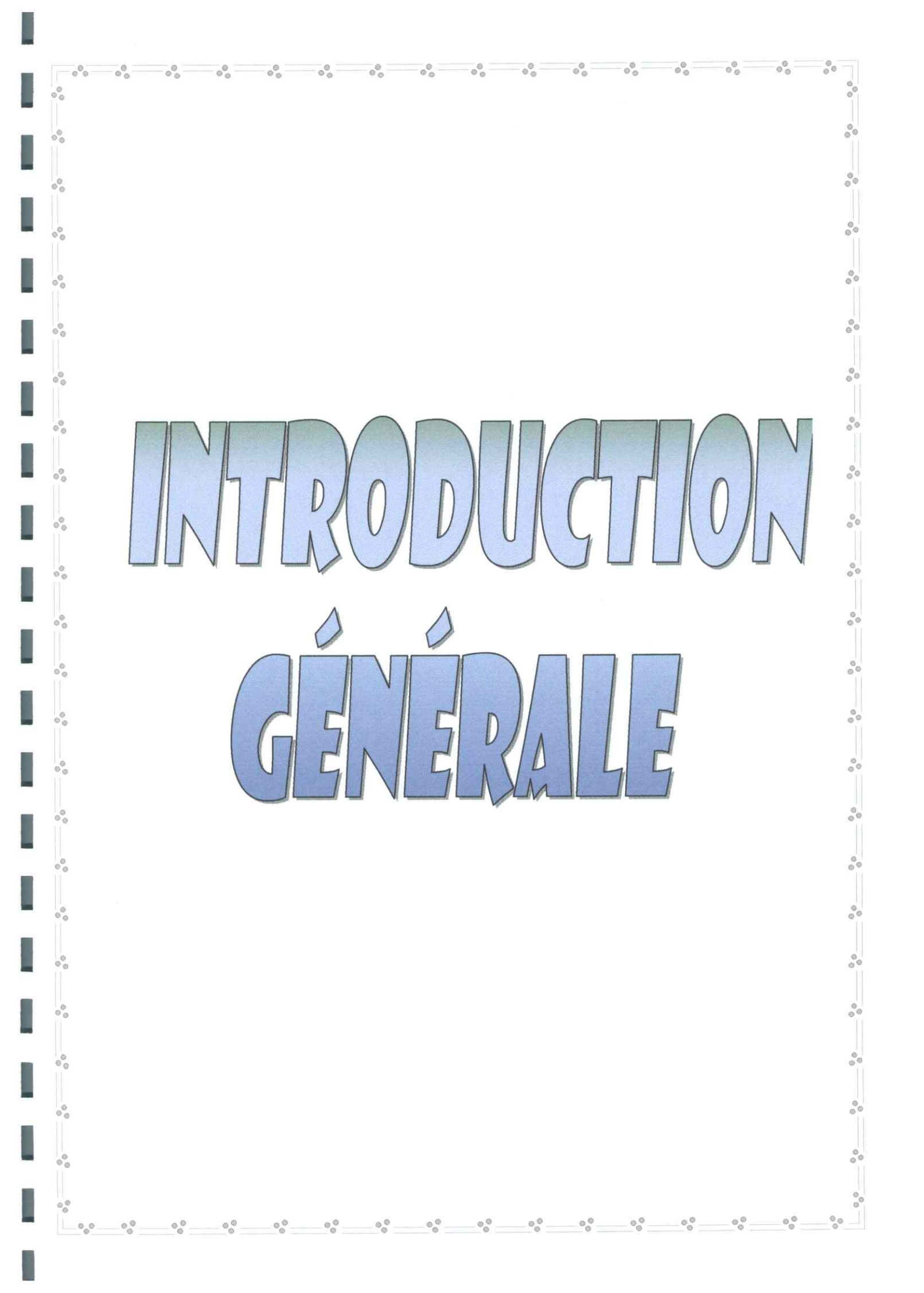
Tableau 6 : Rangs des firmes selon les 9 critères de performance.

Tableau 7 : Classement global et par famille via la somme des rangs unicritères.

Tableau 8 : classement pessimistes et optimistes des entreprises selon une crédibilité décroissante ( $1 \leq \lambda \leq 0,5$ ),  
ni seuils, ni veto  $\gg$  vrais critères de classement.

Tableau 9 : les classements pessimistes et optimistes des entreprises pour différents seuils de coupe (avec seuils et sans vetos = pseudo-critères de classements).

Tableau 10 : les classements pessimistes et optimistes des entreprises pour différents seuils de coupe (avec seuils et avec vetos).



# INTRODUCTION GÉNÉRALE

# Introduction générale

**N**ous prenons tous les jours des décisions plus ou moins importantes, décider quelle couleur portera ma nouvelle voiture, coiffer ou non mes cheveux, participer à une conférence, lancer la fabrication d'un produit, décider de l'endroit du lancement d'une fusée. Avoir l'esprit décisionnel nécessite avant tout, d'avoir une bonne connaissance de l'environnement décisionnel.

En général, il suffit de prendre en compte toutes les données importantes, il faut aussi savoir choisir parmi toutes les solutions possibles et prévoir les conséquences d'une décision prise. Cela semble être facile à première vue, mais vu la masse d'information, de données, et des critères souvent conflictuel pose problème dans la perception de la décision. Selon les spécialistes, un humain ne peut prendre en compte que sept paramètres simultanément, heureusement l'arrivée de l'ordinateur a eu une grande influence sur le domaine décisionnel. Très vite les visionnaires ont compris que l'ordinateur, est capable de stocker une quantité de données importante et de réagir très vite, et il peut constituer un support pour aider dans la prise de décision et plus particulièrement dans les situations où il faut réagir très vite ou prendre en compte beaucoup de paramètres en même temps. En conséquence à ce nouvel outil sont apparus : les *Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD)*, il y a de cela une trentaine d'années. Ce type de système a pour but d'aider l'utilisateur à résoudre des problèmes pour lui permettre de prendre des décisions. La recherche dans ce domaine est actuellement très active on peut en citer : *SIAD orienté modèle*, système de planification financière, *SIAD de Groupes*, *OLAP*, *data warehouse*, *data mining*, les *SIAD basés sur le WEB...*

Cependant, quelles que soient les notions ou technologies envisagées, la place du décideur doit rester centrale.

Le travail que nous allons présenter rentre dans un projet lancé par La Société de Gestion des Participations Pharmacie Chimie «SGP GEPHAC» et qui consiste à développer un système interactif d'aide à la décision basé sur les modèles multicritères pour l'évaluation des entreprises.

Afin d'atteindre le principal but de notre étude, nous avons organisé notre mémoire comme suit :

- le premier chapitre présente brièvement la SGP GEPHAC, les difficultés auxquelles sont confrontés les décideurs et quelques aspects de l'évaluation.
- le deuxième chapitre introduit à la théorie d'aide à la décision.
- le troisième chapitre jette les bases de l'analyse multicritères.
- après avoir posé quelques repères théoriques, nous aborderons dans le quatrième chapitre le développement de l'outil, en utilisant le langage de modélisation UML. Nous verrons dans un premier temps, que doit offrir le système aux usagers, puis, dans un deuxième temps, une conception de l'outil suivi d'une autre bien détaillée. Enfin, nous passerons à l'implémentation de la solution retenue au niveau de la conception.
- nous achèverons notre mémoire par une conclusion générale, et les perspectives envisagées à court et à moyen terme.

# La problématique

Ce présent travail consiste à résoudre un certain nombre de problèmes, qui sont résumés en :

- les cadres estiment, en majorité, manquer de temps et d'information pour prendre leurs décisions :
  - décisions prises « à l'instinct » (sans informations tangibles).
  - risques importants liés aux décisions « arbitraires ».
- or les données permettant de disposer d'informations stratégiques sont pour la plupart non présentes dans le système d'information de l'entreprise.
- ces données sont généralement :
  - très difficiles et très coûteuses à obtenir.
  - indisponibles dans les délais souhaités.
- processus de production des informations :
  - longs et « épuisants » Les comptables sont « le nez dans le guidon » et manquent de recul.
  - peu automatisés.
  - risques d'erreurs importants.
  - beaucoup trop de temps passé sur l'analyse des écarts.
  - il reste très peu de temps ou ils perdent un temps considérable pour les analyses stratégiques.
- processus de reporting obscurs et difficiles à auditer :
  - risques d'erreurs et de non détections d'erreurs importants.
- informations financières statiques et difficiles à analyser :
  - très difficile de changer d'axes d'analyse et d'obtenir un « ZOOM » sur l'information pour la comprendre et l'analyser.



# Les objectifs

**F**ace au problématique, nous avons mis en œuvre notre outil, dont l'objectif est d'apporter des solutions pertinentes aux problèmes énoncés.

Notre objectif consiste à développer un système interactif d'aide à la décision basé sur les modèles multicritères pour l'évaluation des entreprises. Ce système se veut simple, convivial et facile d'utilisation. Il offrira les fonctionnalités suivantes :

- ▀ permet de répondre rapidement aux questions des décideurs.
- ▀ permet la production de l'intégralité des reportings en temps réel.
- ▀ affecter chaque entreprise dans une catégorie bien définie qui exprime sa performance.
- ▀ visualisation des différents indicateurs de gestion, ratio, tableau de bord ...
- ▀ réception instantanée des informations sur le système des leur saisies.

**CHAPITRE 1 :**

**CHAPITRE**

**INTRODUCTIF**

### 1.1. Introduction :

Dans un cas normal, si nous demandons au décideur en entreprise qu'il soit dirigeant ou cadre fonctionnel quel temps hebdomadaire il accorde à la réflexion il répond : « peut de temps » ; si nous lui demandons ensuite quel temps il accorde à la mise en œuvre d'un projet, sa réponse est similaire ; enfin si nous l'interrogeons sur le moment où il prend ses décisions, nous obtenons des réponses variées : « dans mon bain, à la salle de sport, dans l'avion... ». Car la décision s'intègre en permanence à sa vie et n'intervient pas seulement dans le contexte de l'entreprise. Chaque minute apporte au décideur son lot d'éléments de décision : de nouvelles informations lui parviennent, des événements inattendus lui sont présentés, et ses collaborateurs, ses supérieurs lui demandent de se prononcer. Rare sont les individus qui peuvent expliquer la logique de leur mode de fonctionnement, ils ne savent pas et ne peuvent pas expliquer ni le pourquoi ni le comment de leur décision. Elle émerge simplement à un moment donné, dans des circonstances particulières, néanmoins ils sont d'accord que c'est le résultat des années d'expérience dans le milieu décisionnel qui forge le décideur.

Mais dans notre cas la situation est loin d'être aussi similaire, les décideurs sont handicapés par l'acheminement et le regroupement des données qui prennent un temps non négligeable, en plus du traitement des informations et leurs interprétations économique et financière qui n'est pas une tâche aisée ; toutes ces tâches consomment énormément de temps et empêchent les décideurs de se consacrer à leurs tâches principales.

Dans ce qui va suivre nous allons présenter la société concernée et la situation face à laquelle se trouvent les décideurs, ensuite nous aborderons quelques aspects de l'évaluation.

### 1.2. présentation de « GEPHAC » :

La société de Gestion des Participations Pharmacie et Chimie « GEPHAC », est une société par actions au capital social de 100.000.000, 00 DA, créée au titre du nouveau dispositif législatif et réglementaire mis en place et relatif à l'organisation, la gestion et la privatisation des EPE.

La SGP « GEPHAC », est domiciliée à Hussein Dey – Alger, 1, rue Yahia Layachi et emploie un effectif de 25 agents au 31/3/2005.

La SGP « GEPHAC », comprend deux filières : la filière chimie et la filière pharmacie regroupant cinquante (50) entreprises au total, dont quatre groupes industriels.

1.2.1. la filière chimie :

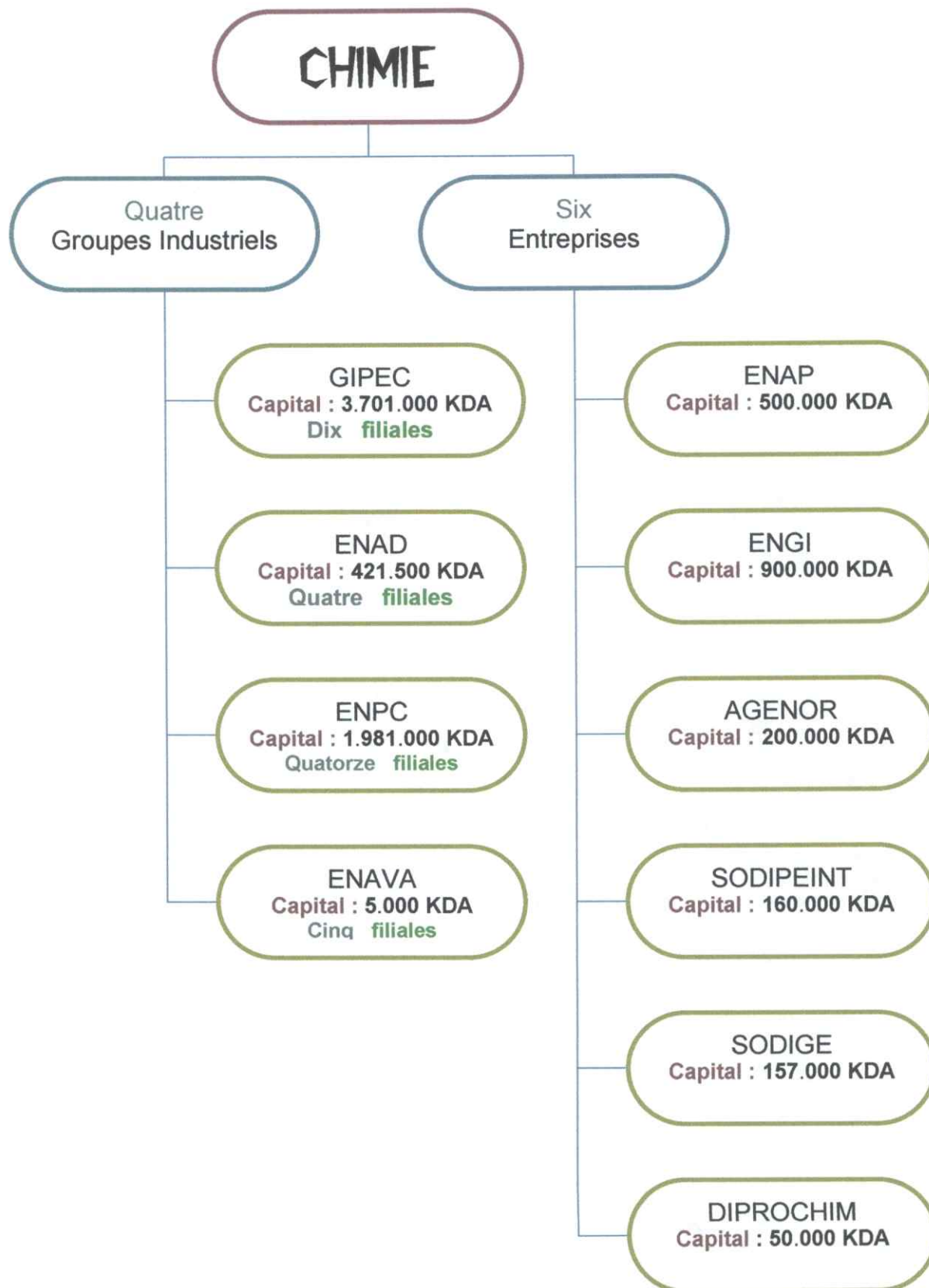


fig.1 : filière Chimie

1.2.2. la filière pharmacie :

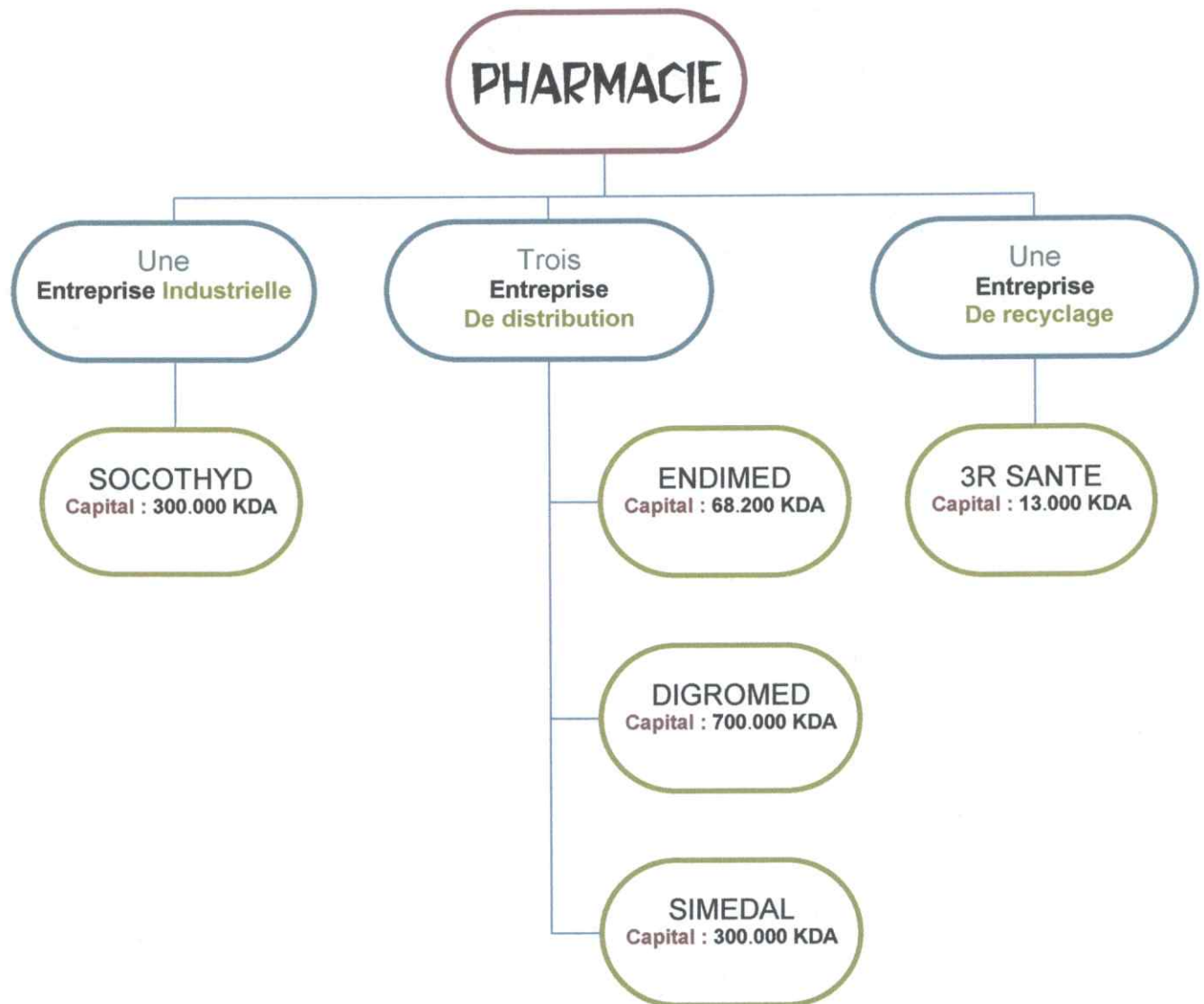


fig.2 : filière Pharmacie

1.2.3. domaines d'activités :

La SGP « GEPHAC », couvre un large spectre d'activités pour offrir au marché une gamme de produits assez variée:

a. produits de la filière chimie :

- détergents et divers "Groupe ENAD"
- verre et abrasifs "Groupe ENAVA"
- cellulose et papiers "Groupe GIPEC"
- plastiques et caoutchouc "Groupe ENPC"

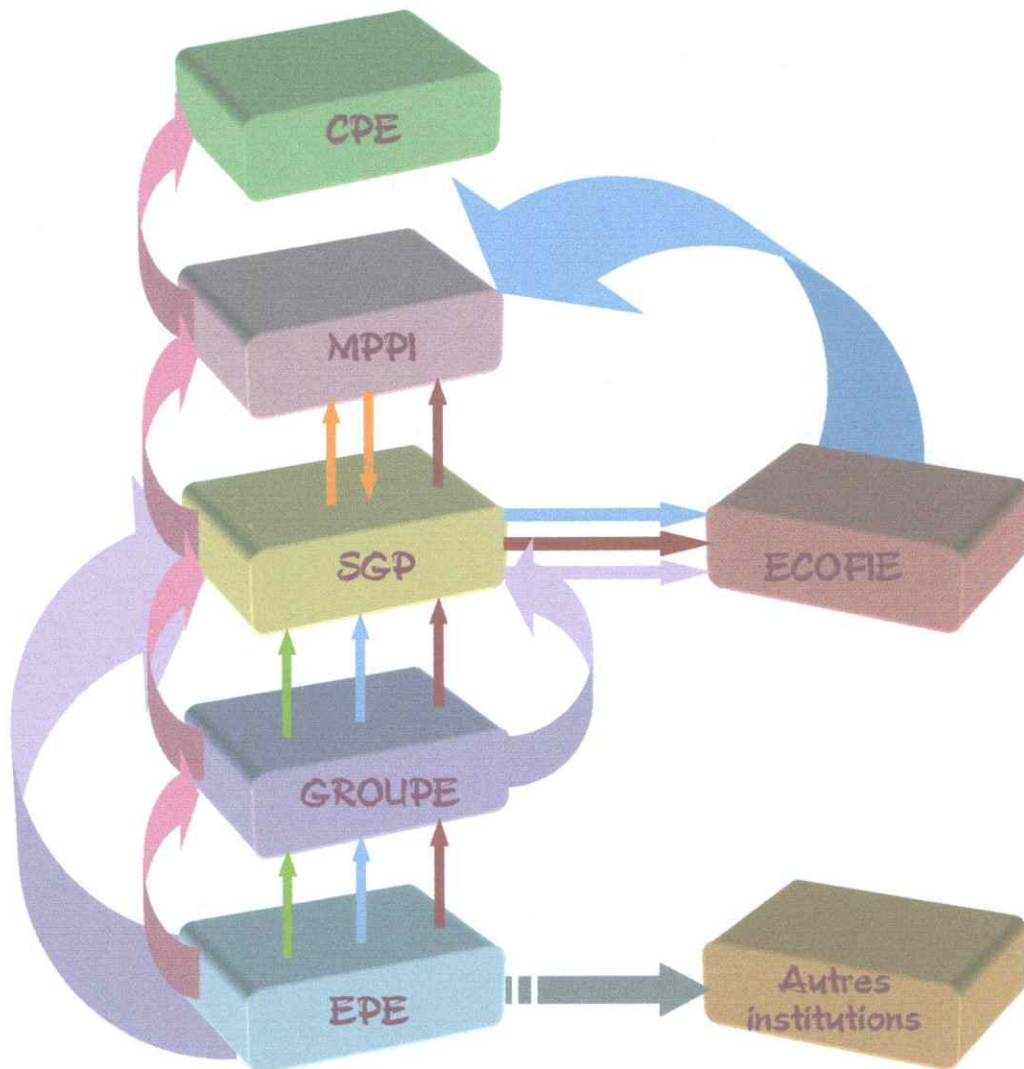
- peinture et dérivés "EPE ENAP"
- gaz Industriels "EPE ENGI"
- or et métaux précieux "EPE AGENOR"

**b. produits de la filière pharmacie :**

La filière pharmacie s'occupe des produits à usage médical comme :

- le coton.
- gaz et articles d'hygiène.
- achat et commercialisation de produits pharmaceutiques.

Voici un aperçu rapide sur les principaux organismes avec lesquelles traite GEPHAC et le flux d'informations échangé entre eux.



Légende	
DPP	dossiers de privatisation partenariat
DIP	demande d'informations ponctuelles
TBG	tableaux de bord mensuel : reporting de gestion
TBM	tableaux de bord mensuels
RAT	rapport d'activite trimestriel
CA	comptes annuels sociaux
Divers	autres documents

fig.3: flux d'informations remontées

### 1.3. actions des entités :

- **MPPI** : le **M**inistère de la **P**articipation et de la **P**romotion des Investissements (MPPI) Conseil restreint compose de 12 Ministres et présidé par le chef du gouvernement.
  - ✎ définit les besoins.
  - ✎ demande l'information aux SGP et à ECOFIE.
  - ✎ analyse et exploite.
  - ✎ communique et restitue.
- **SGP** : (voir plus haut).
  - ✎ réceptionne les demandes de MPPI et ECOFIE.
  - ✎ demande les informations aux groupes et EPE.
  - ✎ consolide et valide.
- **EPE** (entreprise public de l'état) :
  - ✎ collecte.
  - ✎ traite.
  - ✎ renseigne.
  - ✎ transmet.
- **ECOFIE** : l'entreprise d'études **E**conomiques, d'analyse **F**inancière et d'**E**valuation prospective (ECOFIE) est une entreprise publique économique, non affiliée conformément à l'article 5 de l'ordonnance 01/04 du 20 Août 2001 relative à l'organisation, la gestion et la privatisation des EPE. Elle est dotée d'un statut juridique de société par actions avec un capital social de 40 MDA.
  - ✎ réceptionne les demandes MPPI.
  - ✎ les transmet aux SGP.
  - ✎ élabore le canevas et la fiche d'identité des EPE.
- **CPE** : le **C**onseil des **P**articipants de l'**E**tat :
  - ✎ réceptionne.
  - ✎ traite.



Les destinataires de l'information collectée et publiée par ECOFIE sont les repreneurs potentiels et le MPPI dans l'objectif de la privatisation, du suivi et de l'évaluation du management. Les informations sont agrégées au niveau des SGP, par regroupement des entités juridiques. Les SGP reçoivent les données des entreprises rattachées ou des groupes ; le nombre des entreprises et la variété des données constituent rapidement un volume de données important qui rendent son traitement difficile dans des coûts et des délais raisonnables.

Notre domaine d'étude se restreint au niveau de SGP et les groupes des EPE (Fig.2). Nous présentons ci-dessous quelques notions intéressantes du groupe, filiale, contrôle et participation.

### 1.3.1. notion de groupe :

Le groupe est un ensemble de sociétés juridiquement autonomes mais soumises à une direction économique unitaire assumée par une d'entre-elles. Il se compose :

- de la société mère qui, à la tête du groupe, y exerce les pouvoirs de direction ;
- des sociétés dépendantes, placées sous le contrôle de droit ou de fait, direct ou indirect de la société mère du groupe.

Le groupe peut être constitué de plusieurs sous-groupes comprenant chacun une société mère et des sociétés filiales dont elle assure le contrôle.

### 1.3.2. notion de contrôle:

Le contrôle résulte du fait que la société mère, directement ou par l'intermédiaire d'une ou plusieurs de ses sociétés dépendantes, se trouve dans l'une des situations suivantes :

- détient la majorité du capital souscrit de la société concernée ;
- dispose de la majorité des droits de vote aux assemblées ;
- désigne plus de la moitié des membres de l'organe de gestion ou de surveillance de la société.

### 1.3.3. les filiales :

Toute société où la société mère détient plus de la moitié du capital est considérée comme filiale ;

les sous filiales : filiales de sociétés dépendant du groupe ;

### 1.3.4. les participations :

- **les participations** : lorsqu'une société détient dans une autre société une fraction de capital comprise entre 20% et moins de 50%, la première est considérée comme ayant une participation dans la seconde.
- **les participations multiples** : lorsque la société mère, ses filiales et sous filiales, détiennent dans une société des parts de participations minoritaires dont le total procure au groupe le contrôle de celle-ci.

### 1.4. analyse des données :

Les données d'une entreprise sont l'ensemble des éléments la représentant : production, effectifs, chiffres, images, ...

L'information prend en compte une certaine part d'interprétation. Elle est pour l'entreprise un actif stratégique immatériel. Sa circulation est indispensable : le vrai pouvoir se situe au niveau de l'échange d'information.

La connaissance est le fait de savoir tirer profit de l'information ; elle dépend de paramètres propres à chaque individu.

Mais le nombre de personnes mobilisées pour traiter et consolider les informations issues de SI différents non intégrés pose des questions de coûts et de délais. Le processus budgétaire peut par exemple nécessiter vingt jours de travail par mois pour un collaborateur.

Il est plus intéressant d'alimenter une base de données commune en temps réel. Il convient ici de porter son attention sur les aspects juridiques, notamment la propriété et la confidentialité de l'information collectée.

Les données centralisées obligent à avoir un langage commun et une vision transversale de l'activité. Ainsi, pour chaque information demandée il faut être très clair et précis afin d'éviter l'interprétation.

C'est le cas par exemple lorsque l'on demande de saisir un chiffre d'affaires net : il faut détailler ce qui est retranché pour parvenir au montant net.

L'intégration demande également de lier l'analyse de chiffres passés à une approche historique de l'entreprise et de l'information qui évoluent très vite.

Le traitement des données laisse peu de place à l'analyse prospective et à la création d'états exploitant les données.

Il est nécessaire de tenir compte de l'accélération de l'environnement et des besoins internes et externes de l'entreprise. Les objectifs assignés à la production des données sont de collecter, stocker, transférer, simuler et diffuser. La solution est dédiée sur différents axes : processus, périmètre, fréquence, système.

### Collecte, agrégation et reporting de l'information économique et financière :

La configuration globale ainsi que la périodicité des flux d'information se présente comme suit :

L'information collectée est déjà agrégée à un certain degré par les groupes car en l'état actuel du système, le traitement de toutes les entités est quasi impossible, particulièrement en ce qui concerne les tableaux de bord mensuels au regard de la périodicité très courte et du caractère récurrent de l'information.

S'agissant du contenu de ces tableaux de bord, les principales rubriques ont trait :

- ☐ au chiffre d'affaires du mois,
- ☐ à la valeur ajoutée,
- ☐ à l'excédent brut d'exploitation,
- ☐ au découvert bancaire,
- ☐ à la situation des effectifs.
- ☐ ...

Mensuellement ces informations sont agrégées par branches et secteur d'activités sur la base des informations compilées par chaque SGP et EPE non affiliée. La grande difficulté du système actuel réside dans le fait que les SGP gèrent, pour compte, des portefeuilles d'entreprises pas toujours homogènes en termes de secteurs d'activité.

A côté des tableaux de bord, il est également élaboré :

- ✦ trimestriellement, un rapport d'activité sur le secteur public marchand qui commente l'évolution des différentes activités au regard du contexte général et des faits

saillants ayant caractérisé la période. Ce rapport est établi sur la base des informations recueillies par les SGP ;

- ✦ semestriellement, une note de conjoncture est également élaborée qui intègre outre les aspects liés à l'activité, un point de situation sur les opérations de privatisation, de restructuration, de mise à niveau et certification ;
- ✦ annuellement, les bilans de toutes les EPE sont traités, agrégés et font l'objet d'une note d'analyse qui restitue l'évolution des grandes masses bilancielle.

### Qu'est-ce qu'un tableau de bord ? :

C'est une façon de sélectionner, d'agencer et de présenter l'information (indicateurs de performance) de façon sommaire et ciblée. Généralement, il est présenté sous forme de flash accompagné de reportage synoptique. Il met en évidence les résultats significatifs, les exceptions, les écarts et les tendances.

### 1.5. l'évaluation : [2]

L'évaluation constitue un problème financier complexe car la démarche à suivre est directement liée à la définition que l'on retient de l'entreprise. Si on la considère comme un ensemble d'actifs industriels et immobiliers, utilisés dans le but d'engendrer des profits, différentes méthodes d'évaluation peuvent être proposées ; chacune propose et fait ressortir les points forts et faibles de l'entreprise de différentes manières. Voici une présentation des principales :

- **la méthode fiscale** : il s'agit de la méthode d'évaluation la plus simple. Elle consiste à évaluer le fonds de commerce en retenant le bénéfice ou le chiffre d'affaires dégagé lors de l'exercice précédent et en lui appliquant un coefficient selon un barème établi par profession par l'Administration.

Exemple : une boulangerie peut être évaluée entre 65 % et 90 % de son chiffre d'affaires annuel. Un café convenablement situé peut être évalué entre 500 et 650 fois la recette journalière.

- **les méthodes patrimoniales** : ce sont les méthodes les plus utilisées pour évaluer les fonds de commerce et les sociétés.

La valeur de l'entreprise correspond ici en règle générale à son actif net corrigé, c'est-à-dire à la valeur vénale de ses biens, diminuée des dettes de l'entreprise.

- **les méthodes de rentabilité** : une de ces méthodes consiste à calculer la valeur de l'entreprise à partir d'une exigence de rentabilité de l'acquéreur.

Exemple : une entreprise qui dégager un bénéfice de 37 000 euros sera valorisée, sur la base d'un objectif de rentabilité de 8 %, à :  $37\,000 \text{ euros} / 8\% = 462\,500 \text{ euros}$ .

Une autre méthode de rentabilité couramment employée consiste à valoriser l'entreprise en fonction de son bénéfice ou de son cash-flow<sup>1</sup>. Selon l'activité concernée et la taille de l'entreprise notamment, un multiple de capitalisation sera appliqué au bénéfice.

**à noter** : pour évaluer une entreprise, il existe une multitude d'autres méthodes d'évaluation plus ou moins complexes. Et quelque soient celles qui sont retenues, l'évaluation prend généralement en compte plusieurs et les pondère en fonction de l'importance accordée à chacune. Un Cabinet d'expert peut aidé à sélectionner et appliquer les méthodes les mieux adaptées aux particularités de l'entreprise.

Dans notre cadre d'étude l'évaluation consiste en une affectation en catégorie. Ce choix de la méthode d'évaluation est basé sur les méthodes multicritères (voir chapitre III) qui évalue les performances de la société en prenant en considération différent critères choisis par les décideurs parmi une liste exhaustive. Il existe ainsi trois familles de critères qui captent bien la performance sous trois éclairages différents mais complémentaires:

- Les trois critères de rendement:

- Le taux de profit économique ROS (return<sup>2</sup> on sales),
- Le taux de rentabilité économique ROI (return on investment),
- Le taux de rentabilité financière ROE (return on equity).

- Les trois critères de productivité:

- la productivité apparente du travail = Valeur Ajoutée / Frais de Personnel.
- la productivité apparente du capital = Valeur Ajoutée / Immobilisations Corporelles Brutes.
- la productivité apparente des matières premières = Valeur Ajoutée / Matières Premières Consommées.

- Les trois critères de croissance:

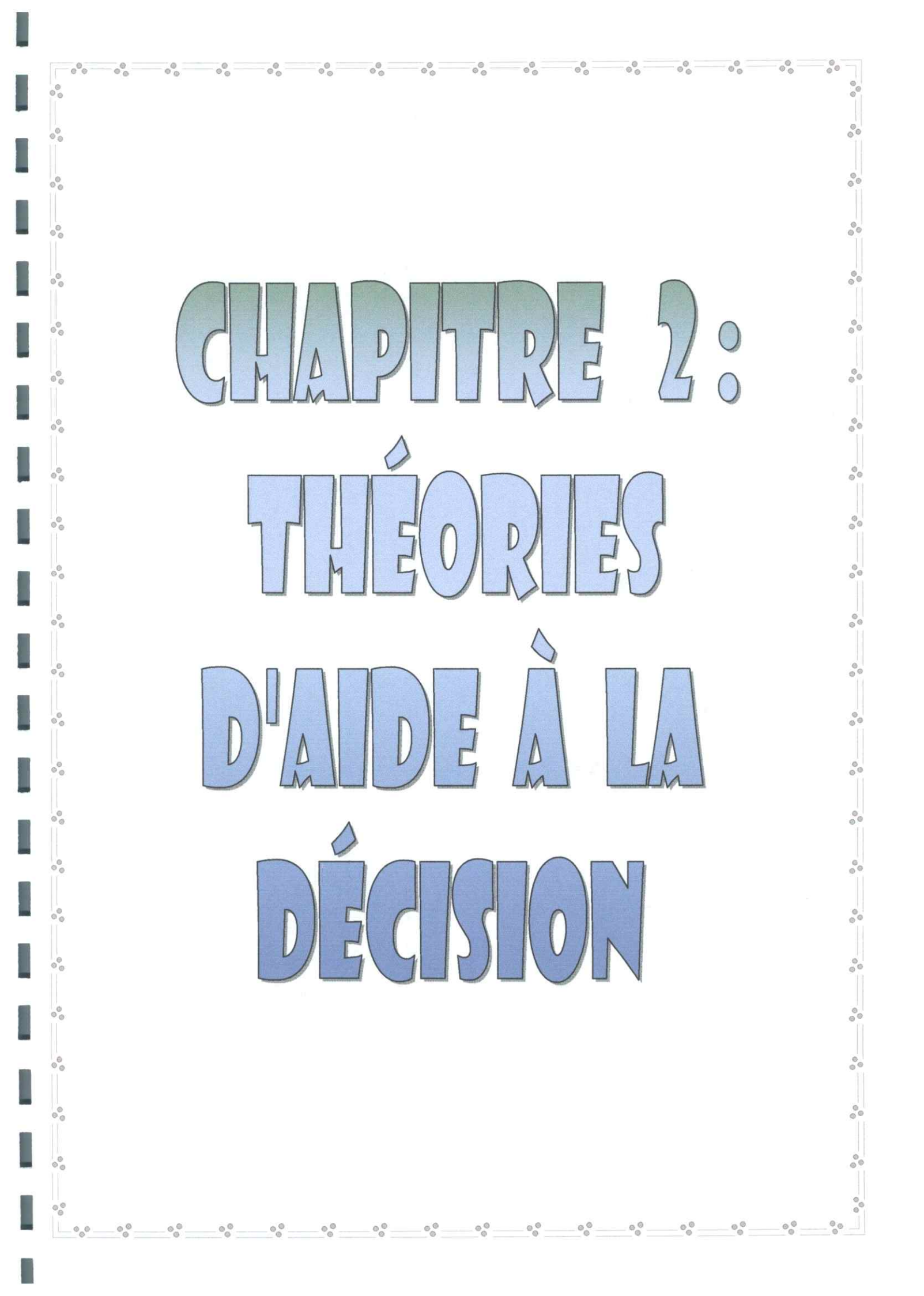
- le taux de croissance des ventes
- le taux de croissance des effectifs de personnel
- le taux de croissance des immobilisations corporelles brutes

1. Cash Flow : marge brute d'autofinancement d'une société. Elle est la somme du bénéfice net, des dotations aux amortissements et aux provisions.

2. Return : rendement, rentabilité (d'un investissement).

### 1.6. conclusion :

L'analyse financière est un outil indispensable au sein d'une société, elle permet de regrouper les données sous différents documents tels que les comptes résultats et les bilans financiers. Mais reste à analyser et à extraire la connaissance parmi toute cette masse d'information recueillie (critères, ratios, et agrégat économique). Les méthodes comptables fournissent des éclaircissements, mais leur manipulation reste très difficile surtout pour les décideurs qui se trouvent déviés de leurs objectifs principales, d'où la nécessité de les assister par des outils d'aides à la décisions.



# CHAPITRE 2 :

# THÉORIES

# D'AIDE À LA

# DÉCISION

### II.1. Introduction :

Un décideur est confronté à une situation de décision, souhaite parfois recourir à une aide extérieure. Des hommes d'études, des analystes ou des spécialistes du domaine peuvent alors le conseiller quant à la manière de formuler le problème et de conduire le processus décisionnel : c'est l'aide à la décision.

L'aide à la décision est un concept très large qui inclut des domaines assez variés comme la simulation, la recherche opérationnelle, etc.

Dans ce qui va suivre, il sera question de : concepts fondamentaux du domaine d'aide à la décision, à savoir : décision, décideur, processus décisionnel, ..., puis de système interactifs d'aide à la décision ou SIAD (concept, composant, typologie, ...).

### II.2. concepts de base : [9]

- **décision** : on présente souvent la décision comme fait d'un individu isolé « le décideur » exerçant librement un choix entre plusieurs possibilités d'actions à un moment donné dans le temps. Même si en dernier ressort, la responsabilité d'une décision incombe à un individu clairement identifié, celle-ci est souvent la résultante d'interactions entre de multiples acteurs au cours du processus de décision.
- **processus de décision** : la dynamique du processus de décision est jalonnée de temps forts où sont arrêtées de multiples options conditionnant ce que sera la décision globale. Celle-ci apparaît alors comme la synthèse des diverses options prise au cours de ce qui fait réellement la décision. Le processus de décision ne peut être séparé du processus décisionnel dans la mesure où c'est l'ensemble des temps forts dans le déroulement de ce processus qui déterminent la décision globale.
- **aide à la décision** : l'aide à la décision est l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés ; aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, élément concourant à éclairer la décision et normalement à recommander, ou simplement à favoriser un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeur au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part.



- **les acteurs** : un individu ou un groupe d'individus est acteur d'un processus de décision si, par son système de valeurs, que ce soit au premier degré du fait des intentions de cet individu ou groupe d'individus ou au second degré par la manière dont il fait intervenir ceux d'autres individus, il influence directement ou indirectement la décision à prendre.
- **les intervenants** : parmi les divers acteurs, on appellera intervenants ceux qui, de par leur intention, conditionnent directement la décision en fonction du système de valeur dont il sont porteurs.
- **les agis** : ce sont tous ceux (administrés, contribuable, etc...) qui, de façon normalement passive, subissent les conséquences de la décision, laquelle est normalement censée tenir compte de leurs préférences.
- **l'homme d'étude** : il s'agit de celui qui prend en charge l'aide à la décision (économiste, financier, expert, ...). Mettant en œuvre des modèles dans le cadre d'un processus de décision, il contribue à l'orienter et à la transformer. A ce titre c'est un acteur particulier du processus.
- **le décideur** : on appelle décideur l'intervenant dans le processus de décision que le modèle mis en œuvre cherche à éclairer.

### II.3. le modèle fondamental d'une décision : [13]

Les vieilles recettes ont parfois du bon ! Ainsi empiriquement, au début du siècle, J. DEWEY, philosophe et pédagogue américain (1859-1952) disait : « demandez-vous chaque fois : quel est le problème ? Quelles sont les solutions possibles ? Quelle est la meilleure ? ». Le mot « décision » désigne à la fois, en français, le produit de la réflexion et le processus de réflexion ou de calcul lui-même, tandis que l'anglais sépare, à juste titre, décision, de making-decision (prise de décision).

HERBERT SIMON a proposé vers la fin des années soixante (en 1957) puis dans plusieurs articles et ouvrages des années soixante et soixante-dix, un schéma de la prise de décision (Figure 4), suffisamment général pour être reconnu comme un véritable modèle canonique de la décision.

---

1. Herbert Simon (1916-2001) est l'un des rares penseurs et scientifiques du 20<sup>ème</sup> siècle qui aient excellé dans les domaines les plus divers comme la psychologie, les sciences politiques, la recherche opérationnelle ou le management, prix Nobel d'économie en 1978.

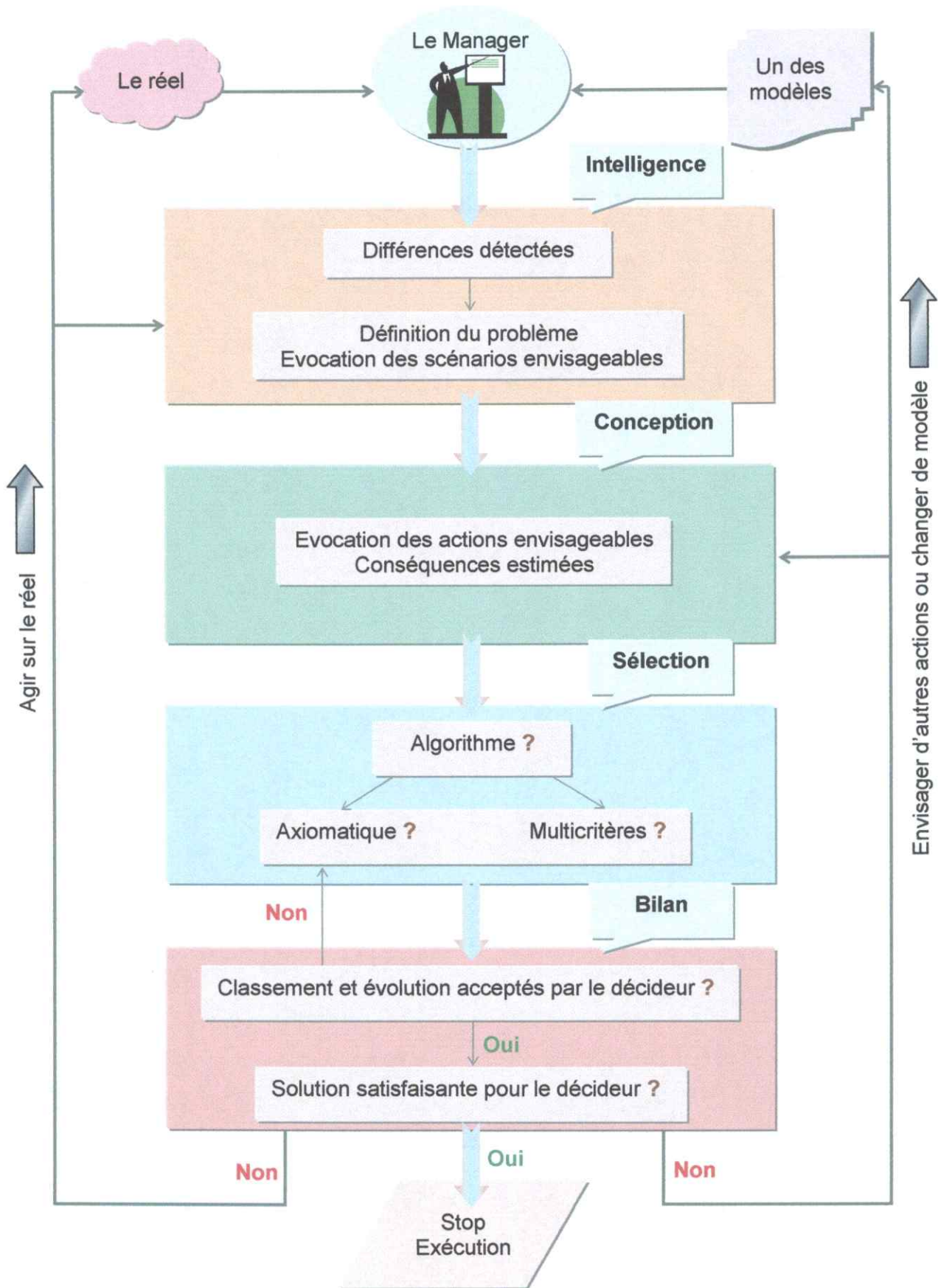


fig.4 : le modèle fondamental de la décision selon H.SIMON

Ce modèle s'avère à la fois pratique, familier, général et clair. Il distingue quatre phases du processus de décision :

1. une phase de diagnostic d'un problème et d'exploitation/reconnaissances des conditions dans lesquelles il se pose : c'est la phase d'intelligence (au sens militaire de renseignement, « avoir l'intelligence de la situation... »). Elle permet d'identifier, dans l'environnement, les facteurs que l'on tient pour notable. Le responsable (ou Manager) identifie des problèmes en observant des différences entre le réel d'une part (ce qui se passe) et l'un des modèles (l'une des images, des représentations) de la réalité dont il dispose (ce qui aurait dû se passer !);
2. une phase de conception (ou de modélisation) et de formulation de voies possible offertes à la résolution du problème : c'est la phase de conception. Un certain nombre d'informations tenues pour intéressantes ayant été précédemment réunies, il appartient au décideur de les organiser à sa guise, de les modéliser, en se proposant de forger diverses solutions possibles ;
3. une phase de choix d'un mode d'action particulier parmi les actions possibles : c'est la phases de sélection ;
4. enfin, une phase d'évaluation, en regard des trois phases précédentes, de la solution provisoirement retenue comme satisfaisante. Cette phase, qu'on appellera phase de bilan, peut déboucher sur la désactivation de l'une des trois phases précédentes ou, au contraire, sur la validation de la solution reconnue comme finalement satisfaisante. C'est au sens de la réactivation des phases d'intelligence ou de conception que le processus est itératif.

Ce modèle apparaît souvent dans la littérature sous le nom de IMC (Intelligence, Modélisation, Choix) où la phase de choix, en elle-même, intègre à la fois sélection et bilan.

Les décisions prises sont classées en trois niveaux :

- a. Les décision, quelles qu'elles soient, prises par le ou les décideurs (superviseurs) placés au sommet : on les appelle grandes ou stratégiques ;

- b. Les décisions, qui ne sont prises ni à la base ni au sommet : on les qualifie alors de moyennes ou de tactiques voire, dans un certains cas, de gestion ;
- c. Les décisions, quelles qu'elles soient, prises par des individus (ou opérateurs) à la base : on les appelle petites ou opérationnelles.

Grâce à ce modèle fondamental, deux catégories intéressantes de modèles de décision ont été développées : les systèmes de traitement de l'information (STI) et les modèles multicritères.

### II.4. les systèmes de traitement de l'information : [13]

Le vocable « système de traitement de l'information » STI permet de désigner commodément la ligne des modèles issus de la pensée de H. SIMON. Dans ce modèle les quatre phases de décision ne se présentent pas de façon linéaire mais en boucle. De nombreuses itérations sont nécessaires, au vu de la faible capacité cognitive des hommes et de la complexité des problèmes de décision, avant qu'un terme puisse être apporté au processus de décision. Davantage encore, chacune des phases engendre des sous problèmes qui, à leur tour, appellent des phases d'intelligence, de conception, de sélection et de bilan. Le modèle STI insiste en définitive sur les aspects cognitifs de la décision, l'acquisition et le traitement de l'information apparaissant comme plus importants pour prendre une « bonne » décision que la recherche fine illusoire d'une décision en apparence « la meilleure ».

Les techniques de mise en œuvre du modèle STI sont principalement celles de l'informatique et, notamment, des systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD). Ceux-ci constituent une interface entre un ordinateur et une ou plusieurs personnes. Sur la machine, on implante soit un algorithme, correspondant à la phase de sélection, ou un système heuristique pouvant aider à la phase de conception ou, de façon plus ambitieuse, utilisant une base de connaissance (système expert). Dans tous les cas de figure, le système implanté en machine est considéré comme n'apportant pas la solution, mais comme jouant le rôle d'amplificateur cognitif, mettant l'accent sur une ou plusieurs phases du processus de décision.

### II.4.1. les modèles multicritères : [13]

Les modèles multicritères veulent fournir au modèle STI un fondement conceptuel pour des prolongements techniques possibles. Le modèle STI a en effet besoin d'outils opérationnels sous forme en particulier de SIAD. Mais comment augmenter en faveur de tel ou tel algorithme, plutôt qu'un autre, pour l'implantation en machine destinée à fournir un support à tel ou tel SIAD ? Le grand mérite des modèles multicritères est d'avoir pu proposer des formalisations au moins souples, de la décision organisationnelle. La question, dans ces modèles, n'est pas de « bien poser » mathématiquement le problème mais de le « bien formuler » à l'égard de la réalité concernée.

### II.4.2. systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) :

#### II.4.2.1. définition : [1]

Les SIAD sont des systèmes d'information interactifs (donc sur ordinateur) destinés à aider les décideurs à exploiter des données et des modèles pour résoudre des problèmes peu ou non structurés.

De cette définition découlent les mots clés :

- ✦ Systeme : ensemble complexe et maîtrisable (au sens du pilotage) ;
- ✦ Interactif : couplage homme-machine qui sous-entend ergonomie et contrôle par l'utilisateur. Utilisation conversationnelle de l'ordinateur ou dialogue dirigé par le système et non par l'homme ;
- ✦ Données et modèles : le système d'information comporte non seulement les informations brutes mais aussi les traitements nécessaires à une mise en forme compréhensible (tris, sélection, calculs, éditions,...), de même que les outils élaborés pour analyser, comprendre, communiquer, démontrer... ;
- ✦ Problème non structurés : c'est le lot commun à tous les problèmes posés par le management. Une grande part est faite à l'intuition, au tâtonnement, à l'expérience du décideur. Le SIAD ne constitue qu'un élément du processus de décision ;

- ✦ Aider: il s'agit de fournir au décideur une amplification du pouvoir de raisonnement et non pas de se substituer à ce raisonnement par une modélisation des processus qui caractériseraient ce dernier.

II.4.2.2. **les caractéristiques d'un SIAD** : [14]

Parmi les diverses caractéristiques que l'on associe aux SIAD, on peut citer les suivantes :

- ✦ orientés vers les problèmes peu structurés, mal spécifiés :
  - ▶ auxquels sont confrontés les gestionnaires et autres cadres supérieurs.
- ✦ combinent l'utilisation de bases de données et de modèles :
  - ▶ ou techniques analytiques.
- ✦ intègrent une interface homme-machine très interactive :
  - ▶ facile d'usage par des non informaticiens qui gardent l'initiative et le contrôle.
- ✦ suffisamment flexibles et adaptables :
  - ▶ pour pouvoir s'adapter facilement aux changements dans l'environnement et dans le processus de prise de décision.
  - ▶ au style cognitif de chaque décideur.

II.4.2.3. **les composants d'un SIAD** : [14]

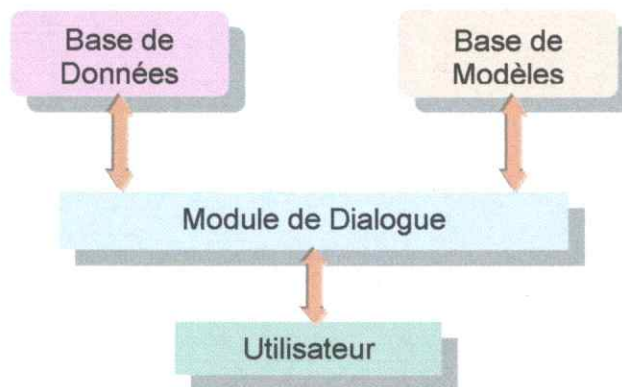


fig 5 : architecture d'un SIAD

Comme le montre le schéma ci-dessus, un SIAD est composé classiquement de trois éléments principaux :

1. une base de données avec un système de gestion de base de données ;

2. une base de modèles avec un système de base de modèles ;
3. une fonction de gestion du dialogue homme-machine.

a. **base de données :**

Consacrée à la gestion des données, la base de données assure la fonction de mémorisation du système, c'est-à-dire la mise à disposition des données utilisables pour la résolution du problème.

Les différentes données (*internes ou externes*) sont stockées dans des bases de données sous forme d'ensembles structurés. Il est nécessaire de stocker les données de base et également les résultats intermédiaires qui pourront être utilisés plus tard dans le processus.

Les organisations de ces bases de données sont conçues selon différents principes (*sous forme de fichier, sous forme de relation, etc ...*). Ces bases de données peuvent être spécifiques au SIAD ou utilisable par d'autres applications.

Dans tous les cas, les données ne seront utilisables que par l'intermédiaire d'un logiciel spécialisé appelé système de gestion de base de données (SGBD) qui entre autre permet de :

- ✦ Créer de nouvelles bases de données,
- ✦ Assure la mise à jour des bases de données existantes : addition de données nouvelles, suppression de données anciennes, etc..., tout en assurant la **sécurité des données enregistrées** (*protection contre les consultations non autorisées ou des modification frauduleuses*) ,
- ✦ Interroger des bases par recours à un langage d'interrogation : il s'agit de permettre à l'utilisateur de retrouver les données des différentes bases d'une manière rapide et simple.
- ✦ Extraire des données appartenant à d'autres bases que celles gérées par le SIAD, leur mise à disposition dans une base spécifique au SIAD.

Bien entendu, toutes les opérations relatives à la gestion des données doivent être articulées avec la gestion des modèles qui les utilisent et la gestion du dialogue avec son utilisateur.

b. **base de modèles :**

Les modèles utilisés dans un SIAD ont des tâches spécifiques d'aide à la décision.

Ce sera, suivant le cas : un tri, un choix, un classement, une élimination, une évaluation, un calcul, un rangement, ou toute autre opération tendant à organiser de l'information, conduire à des recommandations et/ou des choix d'actions.

Ils résultent en général d'une analyse préalable de la situation décisionnelle à résoudre et en contrepartie, ils fournissent un cadre d'analyse pour l'utilisateur.

Définition d'un modèle :

Le modèle est l'outil qui permet de traiter l'information. Selon **MINSKY**, « pour un opérateur  $O$ , un objet  $M$  est un modèle d'un objet  $A$  dans la mesure où  $O$  utilise  $M$  pour répondre aux questions qu'il se pose sur  $A$  ».

Il existe différentes catégories de modèles :

- ⊕ les modèles iconiques possédant les mêmes caractéristiques physiques que l'objet étudié, mais à une échelle différente.
- ⊕ Les modèles analogiques utilisant un phénomène différent mais possédant certaines propriétés identiques.
- ⊕ Les modèles symboliques utilisant où le phénomène est représenté par des symboles et de lois qui régissent le phénomène par des règles de manipulation de symboles.

La plupart des SIAD utilisent des modèles symboliques pour le traitement des données et, parfois, des modèles analogiques pour la visualisation des résultats. Très souvent, dans un SIAD coexistent plusieurs modèles :

- ⊠ Des modèles généraux, correspondant à des manipulations très fréquentes des différentes applications : tri de données, calcul d'une moyenne, ajustement linéaire, programmation linéaire, etc...
- ⊠ Des modèles spécifiques exprimant des manipulations liées au type de problèmes étudié.



### Représentations et stockage des modèles : [1]

On a souvent recours aux représentations les plus courantes (programmes, sous-programmes,...) ou à des langages plus ou moins spécialisés. A chaque modèle est associée une instruction ou une fonction manipulable dans un langage approprié.

Il est évident qu'un ordinateur ne connaît qu'une forme de représentation physique, et donc pour lui tout est « donnée ». Cependant, soulignons que les modèles pourront être vus comme des données par l'utilisateur en les traitant comme des entités formées d'équations, et de procédures (c'est-à-dire des données abstraites).

Un système de gestion de base de modèles (SGBM) permet :

- ⊕ De conserver et de retrouver facilement les modèles que l'on souhaite utiliser ;
- ⊕ De retrouver, pour chaque modèle, l'ensemble des variables qu'il utilise et lui communiquer les données correspondantes ;
- ⊕ De communiquer, en fin de traitement les résultats obtenus par exécution du modèles (par l'intermédiaire de la gestion du dialogue).

### c. système de dialogue :

Le système de gestion du dialogue a pour but de permettre la communication homme-machine par le traitement des questions formulées par l'utilisateur et l'affichage des réponses proposées par la machine.

Ce dialogue peut se réaliser sous différentes formes :

- ✦ type « question-réponse ».
- ✦ utilisation d'un langage de commande.
- ✦ utilisation de « masques ».
- ✦ par simulation d'environnement.

En somme, le dialogue est au centre du SIAD : c'est par son intermédiaire que sont appelés les modèles et que les données sont introduites, extraites,

affichées. C'est à dire ainsi que la qualité du système de dialogue est primordiale dans l'utilisation du SIAD.

#### 11.4.2.4. typologie des SIAD :

On distingue trois types de SIAD :

1. SIAD optimal;
2. SIAD intermédiaire;
3. SIAD intelligent.

##### a. SIAD optimal :

Ce type de système s'applique pour tous les problèmes formalisés, ne nécessitant pas l'intervention du décideur dans le processus de prise de décision. Généralement, ce type de SIAD s'adapte bien au contexte des décisions opérationnelles.

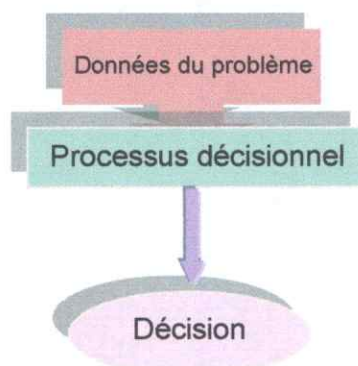


fig 6 : SIAD optimal

**Exemple** : la gestion du stock

La décision de lancer une commande d'un produit est prise dès que le niveau du stock atteint le stock de sécurité. Ce processus ne nécessite pas la participation du décideur, c'est un simple modèle de décision.

##### b. SIAD intermédiaire :

Ce type de système s'applique pour les décisions stratégiques souvent mal formulées (par le décideur), nécessitant une certaine simulation avant

de prendre la responsabilité d'exécuter ce choix. L'intervention du décideur est importante et obligatoire dans le processus de décision.

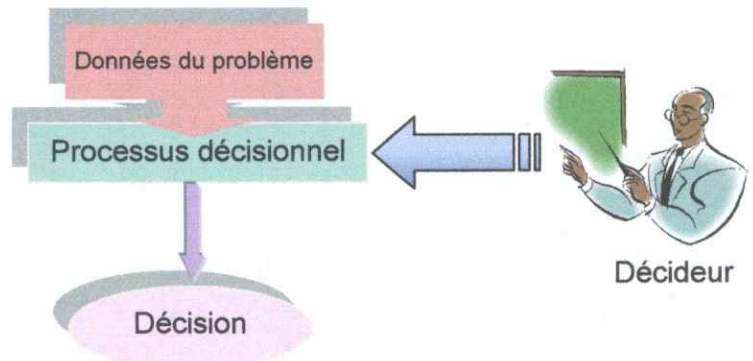


fig 7 : SIAD intermédiaire

**Exemple :** Le choix d'un projet d'investissement dans l'immobilier, à savoir, la construction d'une cité de 50 logements ou d'un centre commercial sur un site choisi nécessite absolument l'interaction du décideur sur ce genre de décision, qui est stratégique et peut mener ce dernier à un échec irréversible.

c. SIAD intelligent :

Le décideur fait appel à ce genre de SIAD lorsque le problème n'est pas du tout formalisé mais nécessite quand même une prise de décision, ce système requiert de plus amples connaissances sur le problème ; des connaissances fournies par le décideur dans une logique de question/réponse.

Le système en question essayera à l'aide d'un dialogue établi avec ce dernier non seulement de cerner le problème mais aussi de dégager la décision espérée.

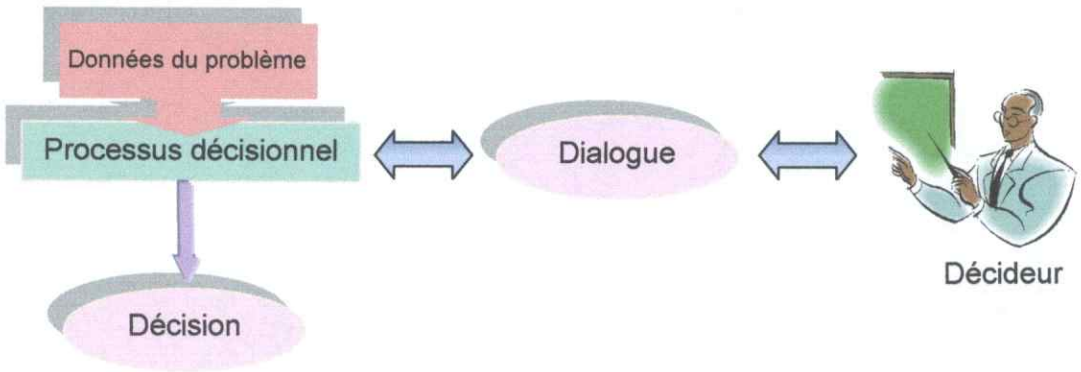


fig 8 : SIAD intelligent

**Exemple :** sélection de responsable dans une entreprise par la direction générale.

### II.5. les outils d'aide à la décision :

Ils sont de nature mathématique, statistique ou informatique.

#### 1. les outils mathématiques ou statistiques d'aide à la décision :

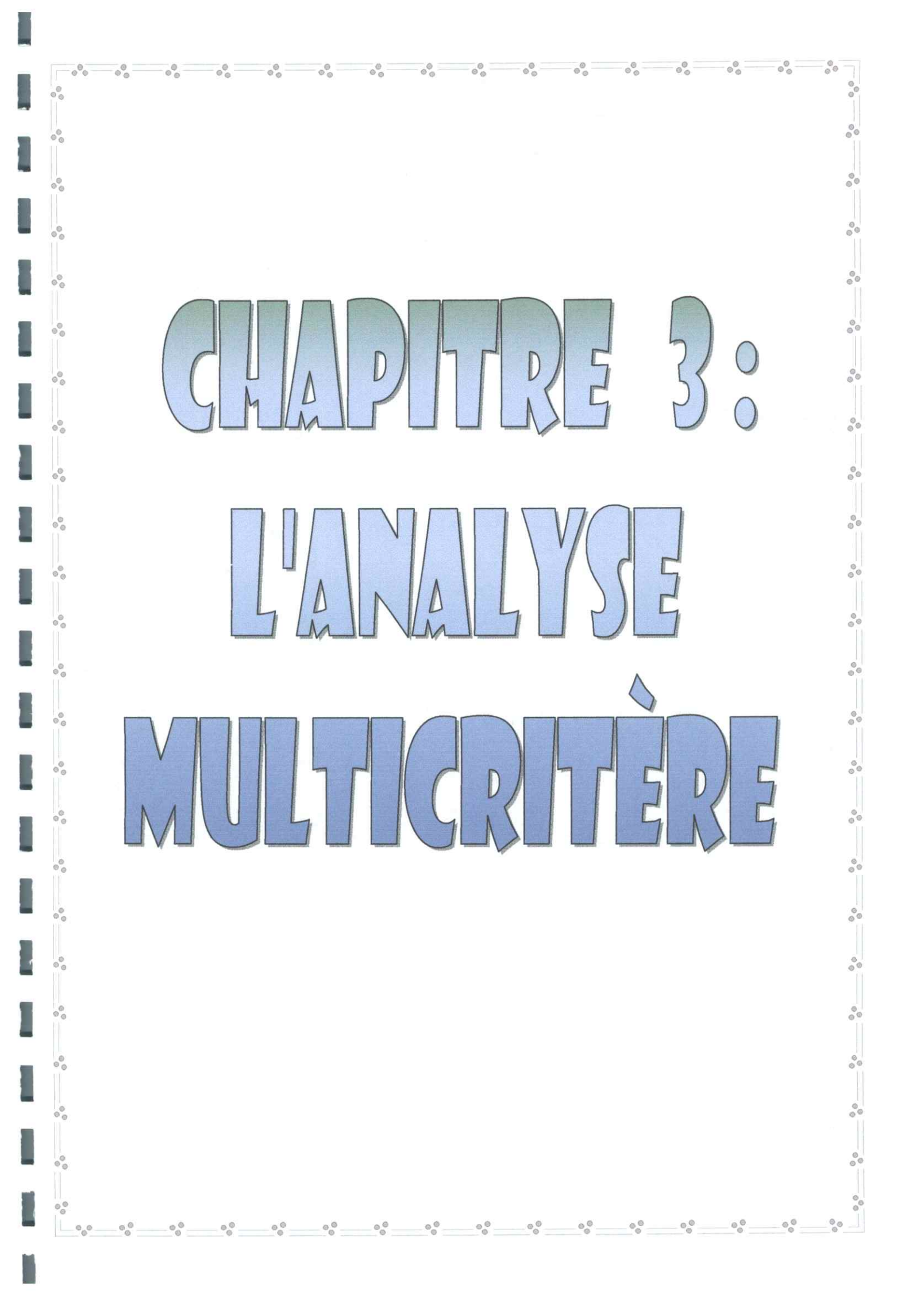
- utilisation des méthodes de résolution d'ordonnancement : Pert, graphique de Grantt ;
- mise en place de la théorie des graphes, gestion des flux et algorithme de Ford Fulkerson) ;
- recours aux méthodes statistiques (espérance mathématique et écart type) ;
- programmation linéaire ;
- méthodes d'actualisation ;
- le traitement des problèmes de flux ;
- la gestion des files d'attente ;
- méthodes multicritères : matrice des résultats, arbre de décision, table de décision, espérance mathématique, méthode de la théorie des jeux, l'ajustement...

#### 2. les outils informatiques d'aide à la décision :

- tableurs pour les simulations couplé ou non à des base de données (Exp : Excel → Access, ou Access → Excel) ;
- système experts : système interactif d'aide à la décision (SIAD) ;
- SIAD orienté modèle ;
- SIAD de Groupes ;
- les SIAD basés sur le web ;
- data warehouse et data mining ;
- système de planification financière.

II.6. **conclusion :**

Au cours de ce chapitre, nous avons défini des concepts cruciaux de l'aide à la décision. Qui a connu des développements importants par le recours aux SAID. Ces derniers s'attaquent aux problèmes non structurés qui n'ont, pour la plus part, fait jusqu'ici l'objet d'aucun protocole et sont par conséquent non normalisés et fortiori non informatisés. C'est donc un large domaine qui, grâce aux SIAD, est ouvert à l'informatisation. Ce domaine est encore élargi par les possibilités de l'analyse multicritères qui fera l'objet du chapitre suivant.



# CHAPITRE 3 :

# L'ANALYSE

# MULTICRITÈRE

### III.1. Introduction :

L'approche classique des problèmes de décision, bien que toujours utile et toujours utilisée dans des cas bien précis, montre évidemment certaines faiblesses auxquelles les méthodes multicritères semblent palier.

L'analyse multicritères appelée "aide à la décision multicritère" est un ensemble de méthodes permettant d'agrèger plusieurs critères d'évaluation afin de sélectionner une ou plusieurs « action ». Il s'agit aussi d'activité d'aide à la décision auprès d'un décideur (individu, entreprise, organisation, etc...) bien identifié. Le développement de l'analyse multicritères a commencé vers le début des années soixante-dix. Son objectif principal est de fournir des outils permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision en prenant en considération plusieurs critères d'évaluation, souvent contradictoires.

L'objectif de ce chapitre est de présenter, de façon synthétique, les bases de la méthodologie multicritères. En commençant par mettre en évidence les limites de l'ancienne approche, on expose les fondements théoriques de cette méthodologie, ainsi que quelques méthodes qui lui sont liées.

La diversité de ces méthodes réside dans la façon d'effectuer la synthèse de l'information proposée (agrégation complète, partielle et locale). A la fin de ce chapitre, un intérêt particulier est porté aux méthodes de surclassement.

En conclusion, on souligne quelques difficultés auxquelles est confronté l'homme d'étude lors de l'application de la démarche multicritères.

### III.2. les méthodes multicritère : [15]

Les méthodes multicritères d'aide à la décision comprennent l'ensemble des techniques qui, en se basant sur plusieurs critères, permettent d'éclairer, de façon objective et rigoureuse ce qu'on appelle un décideur, afin de réaliser au mieux ses desseins. il s'agit donc d'algorithmes mathématiques plus ou moins complexes qui, face à un ensemble d'actions potentielles (décisions possibles), évaluées aux yeux de multiples critères éventuellement conflictuels, déterminent la ou les meilleur(s) action(s) ou affectent ces actions à divers catégories prédéfinies, ou encore rangent les actions par ordre de préférence.

### III.3. pour quoi les méthodes multicritères ?:

Le domaine qui nous intéresse, à savoir l'évaluation des entreprises, constitue un secteur porteur pour les méthodes multicritères.

Avant l'apparition de l'analyse multicritères, les problèmes de décision se ramenaient le plus souvent à l'optimisation d'une fonction économique. Cette approche avait le mérite de déboucher sur des problèmes mathématiques bien posés mais qui n'étaient pas toujours représentatif de la réalité car :

- La comparaison de plusieurs actions possibles se fait rarement suivant un seul critère ;
- Les préférences sur un critère sont, dans bien des cas, difficilement modélisables par une fonction ;
- Lorsqu'il y a plusieurs objectifs, il est impossible de les atteindre tous à la fois. [3]

Ainsi, on peut dire que le domaine de réussite de la recherche opérationnelle est constitué de tous les problèmes qu'il est possible d'isoler du processus de gestion du système (Exemple : choix du mélange optimal pour des rations alimentaires destinés au bétail). Dans ces derniers cas, le domaine d'échec de la recherche opérationnelle comprend toutes les décisions de gestion qu'on ne peut isoler de leur contexte (Exemple : tracé d'une autoroute). Dans ces derniers cas, La recherche opérationnelle a déçu car on lui avait fixé un objectif trop ambitieux : designer, en toutes circonstances, la meilleure décision, l'optimum, même quand cette notion pouvait être vide de sens. [11]

En effet, cette optimisation se base sur des hypothèses extrêmement lourdes :

La première, dite de globalité, suppose que, par la recherche d'une décision optimale parmi toutes les actions potentielles, on pourra designer une action unique comme la meilleure. Cela présume que toutes les actions potentielles comprennent tous les aspects de la question et sont mutuellement exclusives. Or elles sont souvent complémentaire, partielles et rarement globales.

Une seconde hypothèse, dite de stabilité, postule que l'ensemble des actions potentielles n'est jamais remis en cause lors de l'étude. Or cette dernière fait souvent jaillir de nouvelles idées au cours de son déroulement.

La troisième et la dernière hypothèse, est celle de complète comparabilité transitive. Elles souffrent de trois grandes critiques :



1. Elle ne tient pas compte de la situation d'incomparabilité.
2. Elle ignore le fait que l'indifférence est parfois intransitive.
3. Elle oublie que la préférence elle-même n'est pas nécessairement transitive.

Une ultime constatation et que certains problèmes semblent pouvoir être isolé de leur contexte et donc être traité par l'optimisation. Cette apparente appartenance du domaine de réussite de la recherche opérationnelle est parfois la cause de cuisants échecs. C'est là un argument de plus pour les méthodes multicritères. L'analyse multicritère est une sorte de prolongement de la recherche opérationnelle, mais certainement pas une rivale qui cherche à l'éliminer.

### III.4. la méthodologie multicritère: [9]

Avant d'employer l'une ou l'autre méthode, il est indispensable d'effectuer une étude préalable approfondie, décelant les objectifs du décideur. A partir de ceux-ci, il faut pouvoir établir une liste la plus complète possible de toutes les actions potentielles dans le cadre du problème de décision posé. La forme de cette liste peut varier selon la méthode que l'on désire utiliser. Ensuite, on doit construire tous les critères qui, au regard des objectifs initialement définis, permettront d'évaluer chaque action. Ces critères peuvent résulter de n'importe quel type de codage. Ici aussi, l'ensemble des critères doit être le plus exhaustif possible. On rassemble alors toutes les évaluations dans ce qu'on appelle un tableau de performances. Comme la liste des actions potentielles, ce tableau peut prendre diverses formes.

Lorsque tout cela est réalisé, il faut pouvoir agréger les performances afin de choisir la ou les meilleurs actions, ou les affecter à des catégories prédéfinies, ou encore les ranger par classes d'équivalence (ce sont les trois grandes problématiques du multicritères). Vient donc le choix de la méthode.

Nous allons dans ce qui va suivre présenter en détail cette démarche en cinq grandes étapes :

- liste des actions potentielles.
- dresser la liste des critères à prendre en considération.
- tableau d'évaluation multicritères.
- problème d'agrégation des performances.
- Analyse de sensibilité.

### III.4.1. liste des actions potentielles :

#### III.4.1.1. concept d'action :

L'aide à la décision, selon les problèmes, selon l'état d'avancement du processus de décision considéré, à pour point d'application :

- ✦ un projet d'investissement ;
- ✦ un site pour une localisation ;
- ✦ une réponse à un appel d'offres.

Quels concepts utiliser pour l'appréhender et le caractériser en termes suffisamment généraux ? C'est à cette question que répond le concept d'action.

Une action : l'élément de réponse qu'un décideur attend de l'aide à la décision. Une action « a » est la représentation d'une éventuelle contribution à la décision globale susceptible, en égard à l'état de l'avancement du processus de décision, d'être envisagée de façon autonome et de servir de point d'application à l'aide à la décision (ce point d'application pouvant suffire à caractériser « a »). [8]

On distingue différents types d'actions :

- Action globale et action fragmentaire : soulignons que rien dans la définition d'une action n'indique qu'elle doit être exclusive de toutes les autres. Lorsque c'est le cas, elle est dite globale. Dans le cas contraire, elle est dite fragmentaire.
- Actions réelles : ce sont des actions issues d'un projet complètement élaboré susceptible d'être mis en exécution.
- Actions fictives : elles correspondent à un projet idéalisé, incomplètement élaboré ou encore construit dans l'imagination.
- Actions idéales : c'est une catégorie particulière fictives qui correspondent rigoureusement à la description qu'on en donne.
- Actions réalistes : ce sont des actions correspondant à un projet dont la mise à exécution peut être raisonnablement envisagée. Elles s'opposent aux actions plus ou moins irréalistes. Ces dernières peuvent par exemple correspondre à la satisfaction d'objectifs incompatibles tout en constituant un bon support de raisonnement.
- Actions potentielles : une action potentielle est une action réelle ou fictive provisoirement jugée réaliste par un acteur au moins ou présumée telle par

l'homme d'étude en vue d'aide à la décision. L'ensemble des actions potentielles sur lequel l'aide à la décision prend appui est noté  $A$ . précisons que cet ensemble  $A$  prend généralement l'un des formes suivantes :

- ▶ Une liste  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  d'actions potentielles (définition en extension) ;

**Par exemple** : un problème de financement de projets de recherche où l'on doit faire le choix de sélectionner un ou plusieurs projets parmi les propositions faites.

- ▶ Un sous ensemble de  $\mathbb{R}^m$  lorsque chaque action potentielle est définie par la donnée de  $m$  variables réelles  $x_1, x_2, \dots, x_m$  sur lesquelles pèsent un certain nombre de contraintes (définition en compréhension).

**Par exemple** : dans les problèmes de production, un plan de production est défini par la donnée d'un certain nombre de variables (sortie de stocks, nombre d'unités produites, composition des produits, ...).

L'ensemble  $A$  devra être aussi complet que possible. Autrement dit, il faut s'assurer qu'on n'a oublié aucune action potentielle avant de passer à la recommandation finale. Ce souci d'exhaustivité est parfois à l'origine d'un travail fastidieux.

Relativement à l'ensemble  $A$  des actions potentielles, l'homme d'étude doit préciser en quels termes il pose le problème : vers quoi oriente-il son investigation ? Comment conçoit-il sa prescription ? Doit-il l'envisager dans une optique seulement tactique en visant directement les éléments de  $A$  et leurs conséquences ou dans une optique plus stratégique en visant une méthodologie destinée à une utilisation répétitive et/ou automatisée ? [9]

Pour répondre à ces questions, il est utile de situer le problème par rapport à quatre problématiques de référence.

III.4.1.2. Les quatre problématiques de référence :

- a. **Problématique du choix ( $P.\alpha$ )** : la problématique du choix consiste à poser le problème en termes de choix d'une seule « meilleure » action, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'un sous ensemble  $A'$  de  $A$  aussi restreint que possible, conçu pour éclairer directement le décideur sur ce que doit être l'issue du prochain temps fort et ce compte tenu du caractère éventuellement révisable et/ou transitoire de  $A$ .

Cette problématique prépare une forme de recommandation ou de participation visant :

- Soit à indiquer avec un maximum de précision et de rigueur une décision à préconiser ;
- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure de sélection (d'une meilleure action) convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.

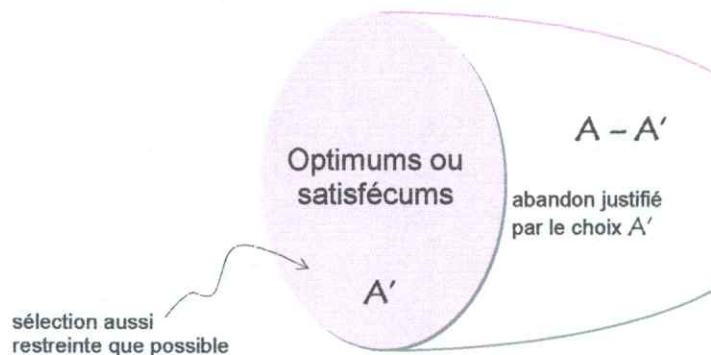


Fig.9 : Aboutissement de la problématique du choix

**Exemple :** lors de l'achat d'un progiciel, la direction générale de l'entreprise attend de l'homme d'étude qu'il propose une méthodologie fondée sur une procédure de choix du meilleur progiciel convenant à une utilisation répétitive.

- b. **Problématique de tri ( $P.\beta$ )** : la problématique de tri consiste à poser le problème en terme de tri des actions par catégories, celles-ci étant conçues relativement à la suite à donner aux actions qu'elles sont destinées à recevoir, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'une affectation des actions et ce compte tenu du caractère révisable et/ou transitoire de  $A$ .

cette problématique prépare une forme de recommandation ou de simple participation visant à :

- Soit à préconiser l'acceptation ou le rejet pour certaines actions, d'autres pouvant donner lieu à des recommandations plus complexes compte tenu de la conception des catégories ;
- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure d'affectation à des catégories de toutes les actions convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.

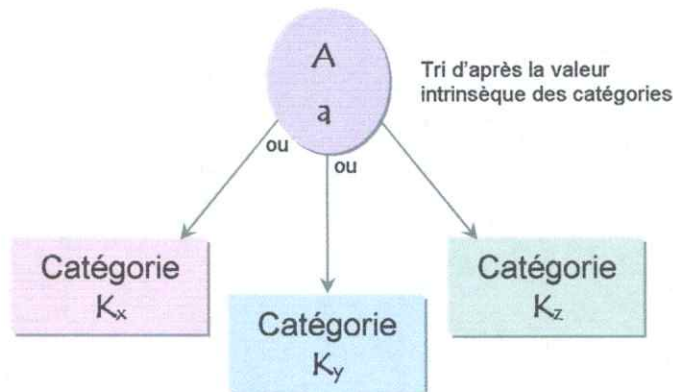


Fig.10 : Aboutissement de la problématique de tri

Généralement, dans la pratique, le tri est réalisé en trois catégories : ce qui est accepté immédiatement, ce qui est rejeté immédiatement et ce qui est mis en suspens pour complément d'informations.

c. **Problématique de rangement (P. $\gamma$ )** : la problématique de rangement consiste à poser le problème en termes de rangement des actions de A ou de certaines d'entre elles, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'un classement défini sur un sous ensemble de A conçu en vue de discriminer les actions se présentant comme suffisamment satisfaisantes en fonction d'un modèle de préférence et ce compte tenu d'un caractère révisable et/ou transitoire de A, cette problématique prépare une forme de recommandation ou de simple participation visant à :

- Soit à indiquer un ordre partiel ou complet portant sur les classes regroupant des actions jugées équivalentes ;

- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure de classement (de tout ou partie de A).

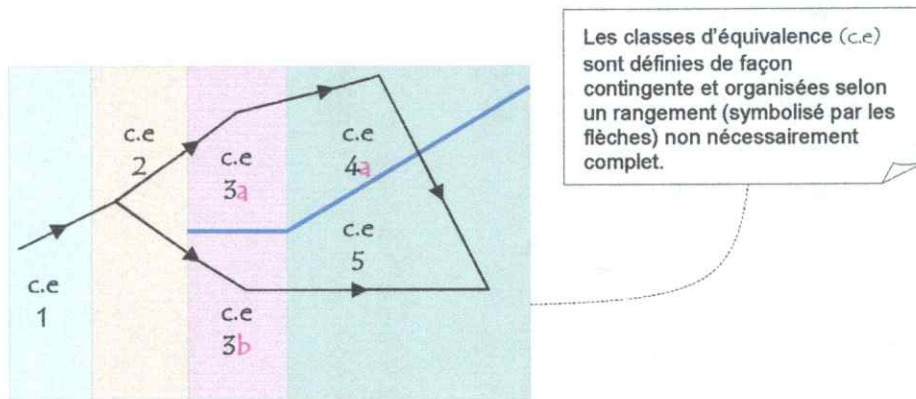


Fig.11 : Aboutissement de la problématique de rangement

**Exemple :** toute entreprise est amenée à établir un schéma directeur afin de planifier ses orientations. Un groupe d'étude est chargé de cette mission en se basant sur des méthodes pour aboutir à une liste des systèmes d'information à développer, le résultat doit se présenter sous la forme d'un classement des systèmes d'information en prenant en considération les points de vue de chaque membre de la direction.

- d. **Problématique de description (P.δ) :** consiste à poser le problème en terme limité à une description des actions de A et/ou de leurs conséquences, c'est-à-dire orienté l'investigation vers la mise en évidence d'informations relatives aux actions potentielles conçus en vue d'aider directement le décideur à les découvrir, à les comprendre et ce compte tenu du caractère révisable et/ou transitoire de A. cette problématique prépare une forme de recommandation ou de participation visant à :
- Soit à présenter une description systématique et formalisée des actions et de leurs conséquences qualitatives et quantitatives ;
  - Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure cognitive convenant à une utilisation répétitive et/ou automatisée.

**Remarque :** relativement à une phases d'étude, la problématique adoptée peut correspondre soit à l'une des problématiques de référence, soit à une des

combinaison des problématiques ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ) faisant intervenir en séquence deux (ou plus) d'entre elles, soit enfin à une problématique mixte.

### III.4.2. dresser la liste des critères à prendre en considération :

A ce niveau, on tentera de répondre aux questions :

- ✦ Comment appréhender les préférences ?
- ✦ Sur quels concepts prendre appui ?

#### III.4.2.1. modélisation des préférences :

L'élaboration de critères est l'étape lors de laquelle on approche pour la première fois les systèmes de valeurs des décideurs du processus d'aide à la décision. En d'autres termes, aider à la décision suppose prendre en compte les valeurs et les préférences d'un ou plusieurs acteurs dans un processus de décision ; leur modélisation est une étape indispensable dans ce processus.

On définit alors une relation de préférence comme étant une relation binaire entre les éléments de l'ensemble des actions potentielles soumises au choix du décideur.

Il existe quatre situations fondamentales incompatibles permettant de représenter exhaustivement les préférences d'un acteur quelconque par rapport à deux actions :

- a. **Indifférence** : elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui justifient une équivalence entre les deux actions. On lui associe la relation binaire "I" (symétrique et réflexive).
- b. **Préférence stricte** : elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui justifient une préférence significative en faveur de l'une (identifiée) des deux actions. On lui associe une relation asymétrique "P" (irréflexive).
- c. **Préférence faible** : elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui infirment une préférence stricte en faveur de l'une (identifiée) des deux actions, mais ces raisons sont insuffisantes pour en déduire soit une préférence stricte en faveur de l'autre, soit une indifférence entre deux actions. On lui associe une relation asymétrique "Q" (irréflexive).

- d. **Incomparabilité** : elle correspond à l'absence de raisons claires et positives justifiant l'une des trois situations précédentes. On lui associe une relation symétrique "R" (irréflexive).

Les situations regroupées :

- Non préférence : elle correspond à l'absence de raisons claires qui justifient une préférence stricte ou faible en faveur de l'une des deux raisons. Elle regroupe donc, sans la possibilité de les différencier, les situations d'indifférence et d'incomparabilité.

On note :  $a \sim b \Leftrightarrow (a I b) \text{ ou } (a R b)$

- Préférence au sens large : elle regroupe sans possibilité de les différencier, les situations de préférence stricte et faible.

On note :  $a > b \Leftrightarrow (a P b) \text{ ou } (a Q b)$

- Surclassement : elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui justifient une préférence ou une présomption de préférence entre deux actions, mais sans qu'une séparation significative ne soit établie entre les situations de préférence stricte, de préférence faible et d'indifférence.

On note :  $a S b \Leftrightarrow (a P b) \text{ ou } (a Q b) \text{ ou } (a I b)$

III.4.2.2. **définition d'un critère :**

On appelle critère tout descripteur doté d'une structure de préférence. Pour qu'un descripteur soit un critère il faut d'abord qu'il intervient dans le processus de décision. Ou encore c'est une fonction « g » définie sur A l'ensemble des actions et qui prend ses valeurs dans un ensemble totalement ordonné, et qui représente les préférences de la décision selon un point de vue.

III.4.2.3. **Famille cohérente de critères :**

L'homme d'étude doit bâtir une famille  $F = \{g_1, \dots, g_n\}$  de critères qui puissent être comprises et acceptées par tous ceux qui doivent prendre part au processus de décision.



Sa marge de liberté est restreinte par quelques exigences logiques d'exhaustivité, de cohésion et de non redondance. Toute famille conforme à ces trois exigences est dite cohérente.

- Exhaustivité : si deux actions ont même évaluation selon les critères, elles sont indifférentes (il y a donc suffisamment de critères).
- Cohésion : elle concerne la cohésion qui doit exiger entre le rôle dévolu localement à chaque critère au niveau des préférences partielles et le rôle dévolu globalement à la famille F au niveau des préférences globales.
- Non redondance : la suppression de l'un des critères susceptible de mettre en défaut l'une des conditions précédentes (il n'y a pas "trop" de critères).

#### III.4.2.4. notion de surclassement :

Une action « a » surclasse une action « b » pour un critère g, si l'évaluation de "a" par rapport au critère g est supérieure à l'évaluation de "b" par rapport à ce même critère.

On définit alors une relation de surclassement "S" :  $a S b \Leftrightarrow g(a) > g(b)$

Le surclassement regroupe les notions d'indifférence et de préférence faible ou stricte.

Par conséquent,  $a S b \Rightarrow (a I b) \text{ ou } (a Q b) \text{ ou } (a P b)$ .

#### III.4.2.5. Pouvoir discriminant d'un critère :

En raison du contenu sémantique de la relation de surclassement  $S_g$ , la proposition  $a S_g b$  recouvre des situations allant de l'indifférence ( $a I_g b$ ) à la préférence stricte ( $a P_g b$ ). Pour les séparer, le modèle le plus classique revient à supposer que :

$$a S_g b \left\{ \begin{array}{l} a P_g b \Leftrightarrow g(a) > g(b) \\ \text{et} \\ a I_g b \Leftrightarrow g(a) = g(b) \end{array} \right.$$

Où  $I_g$  et  $P_g$  sont les situations de préférence définies précédemment, relativement aux seules conséquences prises en compte dans la définition de g.

On parle alors de « vrai critère ». Dans ce type de modèle, toute différence, aussi faible soit elle, est révélatrice d'une situation de préférence stricte, introduisant les notions :

Seuil d'indifférence et seuil de préférence :

Lorsque l'échelle  $E_g$  d'un critère permet des évaluations très proches les unes des autres, le décideur n'est pas nécessairement sensible à une faible variation d'évaluation.

On appelle seuil d'indifférence  $q_g$ , le seuil en dessous duquel une différence d'évaluation ne se traduit pas par une différence de préférence du décideur et seuil de préférence  $p_g$ , le seuil en dessus duquel une différence d'évaluation entraîne une préférence stricte. On les appelle encore fonctions seuil. On a toujours  $p_g \geq q_g$ .

Un vrai critère : est tel que tout au long de son échelle  $p_g = q_g = 0$ . Or, les évaluations sont obtenues d'une façon qui n'est pas exempte d'arbitraire et à partir des données souvent entachées d'imprécision, d'incertitude. Le modèle de vrai critère peut donc parfois conduire à des situations préférentielles peu probantes. Pour cette raison, on définit les deux modèles suivants :

- Modèle pseudo critère : on définit un pseudo critère comme étant une fonction critère  $g$  à laquelle se trouvent associées deux fonctions seuils  $p_g[g(a)]$  et  $q_g[g(a)]$  vérifiant :

$$\forall a, b \in A : \frac{p_g[g(a)] - p_g[g(b)]}{g(a) - g(b)} \geq -1 \quad \text{et} \quad \frac{q_g[g(a)] - q_g[g(b)]}{g(a) - g(b)} \geq -1$$

et telles que :

$$g(b) \geq g(a) \Rightarrow \begin{cases} b I_g a & \text{si } g(b) - g(a) \leq q_g[g(a)] \\ b Q_g a & \text{si } q_g[g(a)] < g(b) - g(a) \leq p_g[g(a)] \\ b P_g a & \text{si } p_g[g(a)] < g(b) - g(a) \end{cases}$$

- Modèle quasi critère : dans ce modèle quasi critère, tout écart légèrement supérieur au seuil d'indifférence est révélateur d'une situation de préférence stricte. Dans ce cas là, un critère se trouve attribué un seuil d'indifférence et il est appelé : quasi critère.

Le quasi critère est un pseudo critère où :  $q_g[g(a)] = p_g[g(a)]$ ,  $\forall a \in A$ .

**Remarque :** l'utilisation de critère munis de seuils a une importance cruciale lors de l'application de quelques méthodes d'agrégation de ces critères.

### III.4.2.6. Paramètres d'importance (préférence sur les critères) :

Dans l'aide à la décision multicritères où plusieurs objectifs ou points de vue sont pris en compte, la notion d'importance relative des critères est centrale puisqu'elle vise à distinguer le rôle de chaque critère dans l'élaboration des préférences globales, il arrive très souvent que le décideur ne souhaite pas donner la même importance à chacun de ces critères qu'il a sélectionnés et suite aux classements unidimensionnels qu'il engendre. C'est pourquoi il essaiera de définir un système de poids ( $K_j$ )  $j = 1, \dots, n$  associé à la famille cohérente de critères  $F = \{g_1, \dots, g_n\}$  où  $K_j$  est le poids attribué au critère  $g_j$ .

L'intérêt accordé à un critère n'a d'importance que relativement à celle accordée aux autres critères de  $F$ . Accroître la valeur  $p_j$  du critère  $g_j$ , conduit à accroître l'importance accordée au critère  $g_j$ . De plus, l'inégalité  $p_j > p_i$  s'interprète comme : "  $g_j$  a une importance plus grande que celle de  $g_i$  " ; en ce sens que  $g_j$  se voit conférer un rôle plus décisif dans la définition des préférences globales que  $g_i$ .

L'élaboration d'un système de pondération doit être conçu dans le cadre d'une démarche constructive ayant pour objet de définir une ou plusieurs hypothèses de travail jugées pertinentes pour apporter des éléments de réponse aux questions étudiées.

### III.4.3. Tableau d'évaluation multicritères :

Lorsque tous les critères et toutes les actions potentielles sont définis, on peut dresser un tableau à deux dimensions. Ce tableau est constitué, en lignes, des actions de  $A$ , et en colonne, des critères de  $F$ . les valeurs qui remplissent ce tableau ne sont rien d'autre que les  $g_j(a_i)$ . Ces nombres peuvent être des rangs, dépourvus de toute signification cardinale, d'où l'appellation de performance.

Pour répondre aux besoins de certaines méthodes, chaque colonne contiendra aussi, comme information complémentaire, les fonctions seuils  $q_g[g(a)]$  et  $p_g[g(a)]$ , les éventuels "poids" et le sens du critère (critère à maximiser ou à minimiser).

On remarquera encore que cette représentation de A permet de comprendre chaque action comme un vecteur à  $n$  dimensions dans l'espace des critères.

Le tableau d'évaluation, encore appelé matrice des jugements, consiste, dans la plus part des cas, en une synthèse capable de répondre au moins partiellement à l'attente du demandeur, il est un instrument de dialogue judicieux pour le décideur. Dans le cadre de la problématique de description, ce tableau est le plus souvent l'aboutissement de l'étude.

critères		$g_1$	$g_2$	...	$g_i$	...	$g_n$
seuils		$p_1$	$p_2$	...	$p_i$	...	$p_n$
		$q_1$	$q_2$	...	$q_i$	...	$q_n$
actions	$a_1$						
	$a_2$						
	.						
	$a_i$	...	...	...	$g_i(a_i)$		
	.						
	$a_m$						

Tableau.1 : Tableau des performances

Les trois premières étapes décrites précédemment sont communes à toutes les méthodes et ne présentent que des faibles variations. La quatrième (la suivante) présentes, elle une diversité nettement supérieure.

III.4.4. **problème d'agrégation des performances :**

Il s'agit d'établir un modèle des préférences globales, c'est-à-dire une représentation formalisée de telles préférences relativement à un ensemble A d'actions potentielles, que l'homme d'étude juge appropriées au problème d'aide à la décision.

En effet, sur la base d'un tableau de performances correspondant à une famille cohérente de critères, le problème consiste à savoir sur la base de quels raisonnements, calculs, déductions on peut affirmer : " l'action  $a_1$  est au moins aussi

bonne que  $a_2$  " en prenant en compte tous les critères figurant dans ce tableau. C'est ce qu'on appelle problème de l'agrégation des performances. Pour la résolution de ce problème, il est nécessaire de disposer d'une procédure d'agrégation multicritères, cette dernière et une opération mathématique permettant de donner à l'ensemble  $A$  des actions potentielles une structure plus forte que celle qui résulte du produit logique des critères [4]. Une procédure d'agrégation rajoute en quelque sorte de l'information à l'information de base constituée par les évaluations des actions sur les différents critères.

Sur la base de quelles informations intercritères et par règles convient-il d'associer à un couple de vecteurs de performances ( $g(a)$ ,  $g(a')$ ) une et une seule des situations fondamentales de préférences ? En particulier, dans quels cas est-il justifié (compte tenu notamment des seuils, des informations intercritères disponibles) :

- ✦ d'introduire un surclassement, une indifférence alors qu'il n'y a pas dominance ;
- ✦ de transformer une dominance en préférence stricte, préférence faible, indifférence ;
- ✦ d'élaborer des informations intercritère plus complètes, plus précises, visant à réduire les situations d'incomparabilité à mieux interpréter les situations de dominances ?

Pour remédier ces problèmes, des approches d'agrégation des performances sont proposées :

#### Approches opérationnelles pour l'agrégation des performances :

L'étude des principales réponses apportées actuellement au problème d'agrégation a conduit à distinguer trois attitude ou approches opérationnelles [8] :

1. **méthode d'agrégation complète** (1<sup>er</sup> A.O) : la première attitude serait d'inclure toutes les performances dans ce qu'on appellerait en mathématique une fonction d'utilité ou d'agrégation [8], en leur attribuant d'éventuels poids. Cela suppose que tous les jugements sont commensurables, alors qu'une des justifications de l'approche multicritères est la non commensurabilité de ces jugements ; on cède donc sur une exigence : la commensurabilité. Il est à noter que cette technique suppose en outre que les jugements soient transitifs, d'où l'appellation : « agrégation complète transitive ». On l'appelle encore approche du critère unique de synthèse par [8] et [3] ou « théorie de l'utilité multi attribut » par [12].

Elle prend la forme d'un critère unique de synthèse  $g$ , agrégeant les  $n$  critères de la famille par le biais d'une fonction d'agrégation  $V$  en posant :

$g(a) = V[g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a)]$ ,  $V$  étant définie à partir de principes logiques et d'informations intercritères. La somme ou moyenne pondérée de notes est l'exemple le plus connu de ces techniques. Elle présente comme défauts, graves ou non selon la situation, une compensation possible entre critères (notes) et une forte sensibilité aux changements d'échelle.

2. **Méthode d'agrégation partielle** (2<sup>ème</sup> A.O) : une seconde attitude est de respecter l'incomparabilité et l'intransitivité au prix de la clarté des résultats. En effet, cette technique ne permet pas d'obtenir un résultat indiscutable comme on s'y attend en général, pour tout ce qui à base de mathématique [11]. Ici on cède sur la clarté ; comme on se contente dans ce cas d'appréhender partiellement les conséquences des divers jugements, cette attitude est dite aussi d'agrégation partielle.

D'autres [9] et [3] l'appellent encore « approche de surclassement de synthèse acceptant l'incomparabilité » ou « méthodes de surclassement » [12].

Dans cette approche, la technique consiste à comparer les actions deux à deux et à vérifier si, selon certaines conditions préétablies, l'un des deux actions surclasse l'autre ou pas, et se de façon claire et nette. A partir de toutes ces comparaisons, on tente ensuite de réaliser une synthèse.

3. **Méthode d'agrégation locale** (3<sup>ème</sup> A.O) : les deux types de méthodes d'agrégation qui précèdent supposent que l'ensemble des actions potentielles  $A$  soit de dimensions raisonnables. Or  $A$  peut être très grand, voire même infini lorsque les actions varient en continu. La technique est alors de partir d'une solution de départ (aussi bonne que possible) et de voir " autour " de cette solution s'il n'y en a pas de meilleur. On pratique une exploration locale et répétitive de  $A$ . d'où son nom de « technique d'agrégation locale itérative » [11]. Ces méthodes sont en route souvent interactives entre l'homme d'étude et le décideur. C'est pourquoi on les nomme aussi « méthodes interactives » ou encore « approche de jugement local interactif avec itérations essais erreurs » [8] et [3] de plus du nom de « méthodes interactives » par [12].

Chaque itération peut être décomposée en trois phases :

- une phase de recherche : l'homme d'étude exploite les informations recueillies au cours de l'itération précédente afin de se faire une meilleure idée des préférences implicites du décideur ;
- une phase de réinitialisation : l'homme d'étude " repart à zéro " sur bases de toutes les informations en sa possession et émet au point une nouvelle proposition pour la soumettre au décideur ;
- une phase de réaction : le décideur émet son avis sur la dernière proposition et l'homme d'étude injecte cette nouvelle information dans une nouvelle itération. Le processus s'arrête évidemment lorsque le décideur se montre satisfait.

### III.4.5. analyse de sensibilité :

Si rigoureusement et scientifique que veuille être une démarche d'aide à la décision, l'homme d'étude se heurte à des sources d'arbitraire qui l'oblige à attribuer à certaines grandeurs une valeur conventionnelle (parce que les grandeurs en question sont mal connues, difficilement prévisibles ou encore mal déterminées). Il doit également prendre des options de modélisation qui font intervenir des éléments techniques, lesquels lui laissent une certaine marge technique pour achever de définir son modèle. Tout cela amène l'homme d'étude à hésiter sur la valeur à attribuer à ce que nous appellerons :

- **paramètres économiques** : coefficients d'importance, seuils de veto, seuils de préférences et d'indifférences.
- **paramètres techniques** : qui sont des valeurs directement liées aux méthodes utilisées (Par Exemple : niveau de concordance dans ELECTRE I ou IS, relations à retenir dans ELECTRE IV, forme analytique pour une fonction d'utilité).

Donc en fixant la valeur de chaque paramètre et par l'application d'une procédure d'agrégation multicritères, on obtiendra des résultats permettant d'élaborer des recommandations. Ces dernières peuvent être plus au moins tributaires des valeurs particulières attribuées à chaque paramètre ; des valeurs différentes auraient pu aboutir à d'autres résultats et, peut être, à d'autres recommandations.

Cette question est affrontée grâce à ce qu'il est convenu d'appeler une analyse de sensibilité : une analyse de sensibilité consiste à analyser l'influence de chacun des paramètres sur le résultat de la procédure d'exploitation et permet notamment de déterminer les paramètres dont la valeur, lorsqu'elle varie, autour de sa position centrale, affecte fortement le résultat.

**Remarque :** ces cinq phases n'ont aucune raison de se succéder rigoureusement dans le temps. Il n'est pas interdit de revenir en arrière pour modifier soit les actions, soit certains critères, soit certaines évaluations.

La démarche multicritère est récapitulée sur la figure suivante :

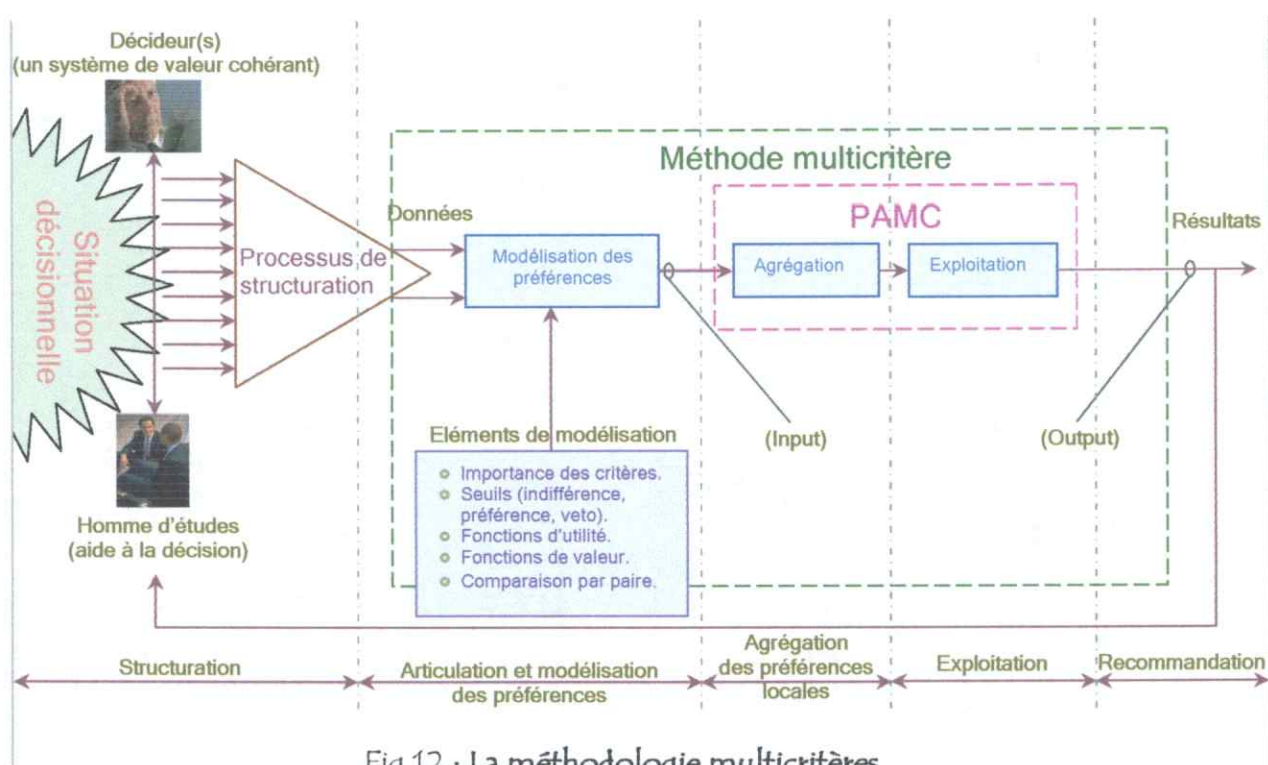


Fig.12 : La méthodologie multicritères

### III.5. Choix d'une méthode multicritères :

Dans un problème concret, l'homme d'étude doit opter en faveur d'une méthode d'agrégation. Ce choix est guidé en trois grandes étapes :

- L'homme d'étude peut commencer par faire intervenir la problématique retenue pour restreindre l'ensemble des méthodes à priori envisageables.
- L'éventail des méthodes possibles pourra être restreint en prenant en considération les divers paramètres économiques (poids, seuils de veto, seuils de discrimination



principalement) qu'il convient ou non de faire intervenir ; les options prises à ce niveau dépendent de la nature du problème mais aussi de la façon dont il est pris en charge par les divers intervenants, de leur personnalité, des source d'information et du temps disponible. Le choix d'une méthode sera ainsi restreint s'ils existent de bonnes raisons pour ne pas faire intervenir de poids (sans pour autant devoir considérer que les critères ont la même importance), une méthode faisant intervenir des seuils de veto ainsi que des seuils de discrimination peut être utilisée sans que de tels paramètres n'interviennent effectivement. Il est à signaler que, dans certains cas, la nécessité de recourir à une méthode simple ou encore familière à certains des intervenants peut imposer le choix d'une méthode, même si cela doit exclure la prise en compte de tel ou tel paramètre économique.

- A ce niveau, il est possible que l'homme d'étude ait encore le choix entre plusieurs méthodes. Il pourra alors faire intervenir son affinité pour les différentes méthodes, lesquelles jointes à quelques considérations d'ordre technique.

### III.6. Justification du choix de l'approche de surclassement : [5]

Notre problématique étant de « catégorisé » les entreprises de la filière chimie et pharmacie selon leurs performance sur 9 critères en 4 catégories. Quand une entreprise peut elle être qualifié de très performante ? de performante ? d'assez peu performante ? de peu performante ?.

Pour réaliser cet objectif il était obligatoire d'analyser des données qui étaient peu fiables et/ou imprécises par une méthodologie appropriée. Nous avons choisi la méthode de surclassement et plus précisément la méthode ELECTRE TRI qui s'emble convenir parce que :

La méthode ELECTRE TRI, qui relève la problématique  $\beta$  "tri" (procédure d'affectation), pose le problème en termes d'attribution de chaque action (entreprise dans notre cas) à une catégorie pré définie. Des actions de référence sont utilisées pour segmenter l'espace de critères en catégories. Chaque catégorie est bornée inférieurement et supérieurement par deux actions référence et chaque action de référence sert donc de borne à deux catégories, l'une supérieure et l'autre inférieure.

Cette méthode présente plusieurs intérêts principaux qui permettent de :

- juger une action potentielle pour elle-même, indépendamment des autres actions potentielles. En ce sens, cette méthode juge chaque action potentielle sur sa valeur absolue (bien que relativement aux actions de référence prédéfinies).
- fixer une ou plusieurs valeurs de référence, par exemple des normes légales ou des résultats minimaux pour l'acceptation de candidats.
- situation conflictuelle entre les critères;
- processus d'évaluation complexe;
- en fin avec la méthode ELECTRE TRI, le nombre d'actions à comparer et à diviser par 20 par rapport à une autre méthode ELECTRE.

### III.7. Quelques méthodes de surclassement : [16]

Ces méthodes rentrent dans le cadre de l'approche du surclassement de synthèse (2<sup>ème</sup> A.O). Dans ces méthodes, on procède en deux temps :

- Comparaisons deux à deux d'actions potentielles ou de classement d'actions ;
- Synthèse de ce qu'on a constaté précédemment.

Les méthodes de surclassement se différencient par leur façon de réaliser ces deux étapes. Il en existe dans la littérature plusieurs, mais nous citerons principalement : ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IS, ELECTRE IV, TRICHOTOMIE et ELECTRE TRI dont nous détaillons le principe.

### III.8. La méthode ELECTRE TRI :

Nous allons présenter brièvement la méthodologie de traitement des données en rappelant les notions indispensables à la compréhension d'ELECTRE TRI,

Les catégorisations d'ELECTRE TRI reposent sur deux principes intéressants à utiliser pour préparer l'exploitation de données multidimensionnelles imprécises et de fiabilité réduite: la définition de profils de référence multicritères fixés sans rigidité, par l'emploi de pseudo-critères, et la possibilité de classements optimistes ou pessimistes dont on peut vérifier une certaine stabilité via des analyses de robustesse aux variations du paramètre de coupe choisi dans l'application de la méthode. On sait que ce paramètre de coupe  $\lambda$  représente le degré de crédibilité minimum d'un surclassement d'une limite (floue) de catégorie (= un profil de référence

des performances multicritères) par un objet (une entreprise dotée de son profil multicritère). Logiquement, on préconise un  $\lambda$  supérieur à 0,5 pour assurer au minimum une majorité relative des poids (importances) des critères en faveur de ce surclassement.

### III.8.1. les indicateurs ou critères de performance :

Pour certains décideurs la comparaison des performances des entreprises s'appuie bien souvent sur l'analyse des taux de croissance et des taux de rentabilité qui se fondent sur des informations comptables, d'autre estime que le taux de rentabilité s'impose comme norme d'appréciation de la réussite ou de l'échec des entreprises. Pour le reste trouvent que les ratios servent à identifier les différentes caractéristiques de l'entreprise qui tiennent à ses résultats, à la mise en oeuvre de ses moyens productifs ou humains, à sa politique de financement, parmi les ratios de performance, nous classons entre autres le taux de croissance du chiffre d'affaires, le taux de profit économique : excédent brut d'exploitation/chiffre d'affaires (ROS), le taux de rentabilité économique (ROI) et le taux de rentabilité financière (ROE).

Outre par les taux de croissance et les taux de rentabilité, les décideurs estiment que la performance d'une entreprise industrielle peut être appréciée aussi sur base de sa productivité. En effet, l'appréciation de la productivité de l'entreprise industrielle confrontée aux problèmes des surcapacités et des hauts coûts de production permet de déterminer la contribution d'un ou de tous les facteurs employés dans le produit final. Sous l'angle de la productivité, la performance est donc définie comme l'aptitude de l'entreprise à créer plus de richesses tout en utilisant proportionnellement moins de facteurs de production.

Il existe ainsi trois familles de critères qui captent bien la performance sous trois éclairages différents mais complémentaires:

#### ■ Les trois critères de rendement :

- ✦ ROS (return on sales) : excédent brut d'exploitation/chiffre d'affaires.
- ✦ ROI (return on investment) : le taux de rentabilité économique.
- ✦ ROE (return on equity) : le taux de rentabilité financière.

#### ■ Les trois critères de productivité :

- ✦ la productivité apparente du travail = Valeur Ajoutée / Frais de Personnel.
- ✦ la productivité apparente du capital = Valeur Ajoutée / Immobilisations Corporelles Brutes.
- ✦ la productivité apparente des matières premières = Valeur Ajoutée / Matières Premières Consommées.
- Les trois critères de croissance :
  - ✦ le taux de croissance annuelle des ventes.
  - ✦ le taux de croissance annuelle des effectifs de personnel.
  - ✦ le taux de croissance annuelle des immobilisations corporelles brutes.

### III.8.2. les profils multicritères de référence, les frontières des catégories :

On peut répondre aux quatre questions déjà posées plus haut (quand une entreprise est-elle performante selon quatre modalités ?) selon deux approches multicritères différentes:

- une approche de comparaison des entreprises entre elles: on peut alors utiliser, par exemple, une méthode naïve de classement des performances des entreprises établi sur chaque critère, puis essayer de distinguer les catégories par similarités de comportement d'ensemble et par famille de critères
- une approche établissant d'abord trois profils multicritères de référence qui serviront de frontières entre les catégories. Il reste alors à comparer les profils multicritères des entreprises à ces profils de référence et à décider de la meilleure affectation de ces dernières aux quatre catégories.

Il est évident que la seconde approche est la seule répondant véritablement à la problématique de tri, la première pouvant tout au plus servir de défrichage pour la seconde. Dans la seconde approche, la fixation des profils-frontières peut se baser sur des références externes ou internes aux données observées. Les références externes semblent a priori plus souhaitables si la catégorisation a pour objectif par exemple de satisfaire un comité d'investissement étranger au pays. Ce dernier peut en effet exprimer des exigences de rentabilité ou de croissance par rapport à des normes habituellement acceptées en Europe ou en Amérique. Mais on s'aperçoit très vite que fixer des seuils externes aux données observées est une tâche ardue et contingente non plus à ces données mais aux multiples objectifs et au contexte de l'analyse. C'est pourquoi il est plus simple et moins contestable d'établir des références internes pour autant que les données soient représentatives d'un contexte précis.

En définitive, ayant calculé au préalable la moyenne et l'écart-type de la distribution des performances pour chaque critère, on fixera pour tout critère:

- la référence haute ( $r3$ ) égale à la valeur de la moyenne plus l'écart-type
- la référence intermédiaire ( $r2$ ) au niveau de la moyenne
- la référence basse ( $r1$ ) au niveau de la moyenne moins l'écart-type.

### III.8.3. l'imprécision des valeurs de performance :

Il existe deux raisons de ne pas fixer des frontières rigides aux catégories de performance:

- naturellement en segmentation de données, et singulièrement en termes de performance, il est illusoire de se fixer une valeur précise de référence pour décider de l'affectation à une catégorie: ce n'est qu'en dépassant suffisamment cette valeur qu'il sera «crédible» de l'affecter à une catégorie supérieure, du moins pour un critère donné;
- l'imprécision des données collectées renforce la nécessité de s'éloigner suffisamment des références adjacentes à une catégorie donnée, pour décider de l'affectation d'une entreprise à cette catégorie.

Nos données sont relativement peu précises. C'est pourquoi nous avons estimé qu'une plage de 5% de l'étendue observée des données, de part et d'autre de la valeur de référence, était nécessaire pour éviter une erreur d'affectation et donc avoir une confiance non nulle en cette affectation, et cela pour chaque critère. En outre, il nous a semblé qu'une entreprise située au delà d'une plage double de 10% de l'étendue, de part et d'autre de la référence pour chaque critère, nous permettrait d'être sûr de son affectation. Entre 5% et 10%, on admettrait une croissance linéaire de la crédibilité de l'affectation, sachant que le degré de crédibilité serait compris entre zéro (aucune confiance) et 1 (confiance totale), conditionnelle cependant à la fiabilité globale des données recueillies.

### III.8.4. l'affectation multicritère et les veto d'affectation :

Nous avons raisonné jusqu'à présent sur la base d'un seul critère pour affecter une entreprise à une catégorie. En général, et nos données le montreront clairement, une entreprise devrait être affectée à telle catégorie sur un critère et à une autre sur un autre critère de performance. Comment décider de l'affectation

collective ou multicritère ? Tout naturellement, la famille des méthodes ELECTRE, et singulièrement ELECTRE TRI pour la problématique de tri, ont répondu d'abord à une question plus simple au moyen de deux tests sur la crédibilité d'une assertion du type: «l'entreprise 'e' est au moins aussi bonne que la référence 'r'» (c'est-à-dire «'e' surclasse 'r'») en supposant une préférence croissante pour les performances plus élevées. La réponse est: il y aura surclassement si et seulement si:

- ❑ Le test de concordance vérifie qu'une proportion suffisante de critères (compte tenu de leur poids dans la décision) soit favorable à l'assertion de surclassement, (1)
- ❑ Le test de non-discordance vérifie qu'il n'y ait pas de contradiction majeure, sur au moins un critère, à ce surclassement. Cette contradiction est souvent exprimée par un veto au surclassement. (2)

III.8.5. **rappel des notions de pseudo-critère et de surclassement unicritère :**

Un pseudo-critère possède deux seuils de valeurs  $p$  et  $q$ . La figure (13) ci-dessous éclaire ce concept et celui du surclassement. Le pseudo-critère est donc muni de quatre relations binaires  $I, P, Q, S$  entre deux actions 'e' et 'r' (entreprise et référence), évaluées sur ce critère par  $g(e)$  et  $g(r)$ :

- ❑ l'indifférence ( $I$ ) lorsque la différence d'évaluation  $g(e)-g(r)$  est en valeur absolue plus petite que  $q$ .
- ❑ la préférence ( $P$ ) d'une action sur l'autre lorsque cette différence dépasse le seuil  $p$  de préférence.
- ❑ la quasi-préférence ( $Q$ ) d'une action sur l'autre si cette différence est entre les deux seuils.
- ❑ Le surclassement ( $S$ ) de l'une sur l'autre est l'union de  $I, Q$  et  $P$  en faveur de l'une, réalisant ainsi l'assertion que l'une est au moins aussi bonne que l'autre. Il est évident que pour une paire  $(e, r)$  d'actions, le surclassement réciproque implique l'indifférence entre elles.

La figure (13) met aussi en évidence la manière d'agir, au niveau d'un seul critère, d'une référence frontière floue sur l'affectation provisoire d'une entreprise 'e' à une des deux catégories ( $C_1, C_2$ ). Pour cinq positions possibles de  $g(e)$  par rapport à  $g(r)$ , les décisions d'affectation de 'e' seront:

- $g_1$  = affectation parfaitement crédible à la catégorie inférieure  $C_1$ :  $r P e \Leftrightarrow c_j(e,r) = 0$
- $g_2$  = affectation de crédibilité réduite à cette catégorie  $C_1$ :  $r Q e \Leftrightarrow 0 < c_j(e,r) < 1$
- $g_3$  = il est indifférent de l'affecter dans l'une ou l'autre des catégories:  $e I r \Leftrightarrow r I e \Leftrightarrow [c_j(e,r) = c_j(r,e) = 1]$ .
- $g_4$  = affectation de crédibilité réduite à la catégorie supérieure  $C_2$ :  $e Q r \Leftrightarrow 0 < c_j(r,e) < 1$
- $g_5$  = affectation parfaitement crédible à la catégorie supérieure  $C_2$ :  $r P e \Leftrightarrow c_j(r,e) = 0$

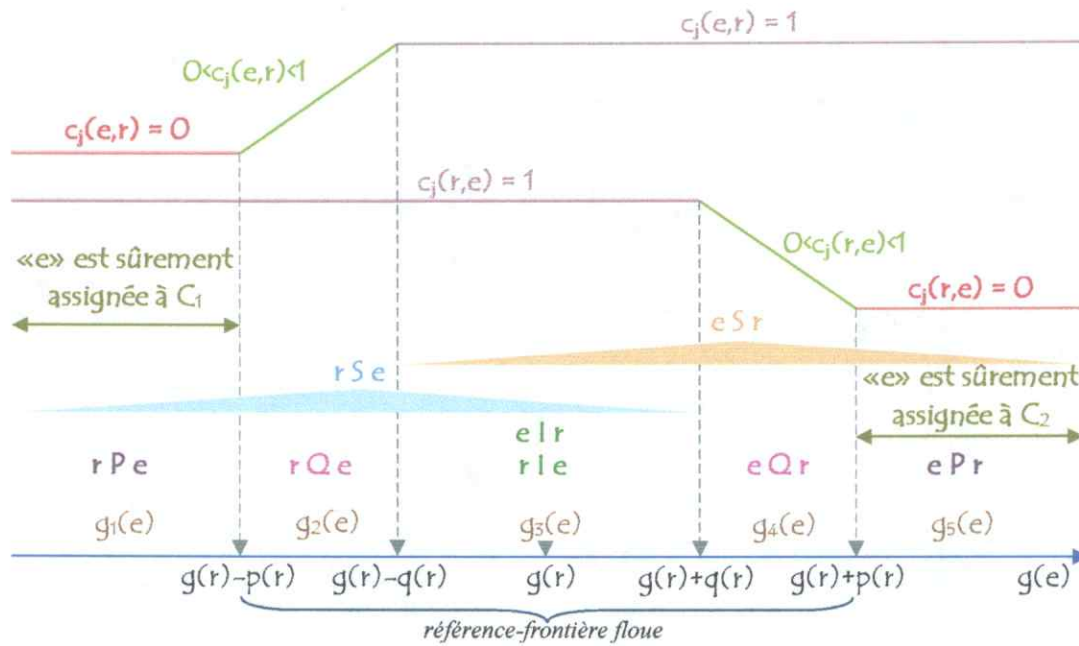


Fig.13 : Pseudo-critère, surclassements unicitères, indices partiels de concordance , référence-frontière floue entre deux catégories  $C_1$  et  $C_2$

### III.8.6. les indices de concordances partielles par critère :

ELECTRE TRI propose alors le calcul d'indices de concordance partiels  $c_j(e,r)$  et  $c_j(r,e)$ . Comme la préférence croît avec la performance,  $c_j(e,r)$  croît linéairement dans  $[0,1]$ , en proportion de la différence des seuils, avec la différence entre  $g_j(e)$  et  $g_j(r)-p_j(r)$ . Il est nul si  $g_j(e)$  est inférieur ou égal à  $g_j(r)-p_j(r)$ , et atteint 1, son maximum de crédibilité parfaite, dès que  $g_j(e)$  dépasse  $g_j(r)-q_j(r)$ , en accord avec le graphe de préférence de la figure (35). L'indice  $c_j(r,e)$  décroît linéairement dans  $[0,1]$  entre les deux seuils et il vaut 1 si  $g_j(r)$  est inférieur à  $g_j(r)+q_j(r)$  et vaut 0 pour  $g_j(r)$  supérieur à  $g_j(r)+p_j(r)$ .

### III.8.7. l'indice de concordance globale pour l'ensemble des critères :

En l'absence de l'action des vetos et donc du test de discordance, il exprime le degré de crédibilité dans le surclassement global multicritère. Cet indice est aussi compris dans  $[0,1]$ . Les formules sont:

$$C(e,r) = \frac{\sum_{j \in F} w_j \times c_j(e,r)}{W} \quad \text{et} \quad C(r,e) = \frac{\sum_{j \in F} w_j \times c_j(r,e)}{W} \quad (1)$$

Où :  $W$  est la somme des poids de la famille  $F$  de critères et  $w_j$  le poids d'un critère  $j$ .

III.8.8. **les indices de discordances partielles :**

L'indice de discordance associé à un critère  $j$  mesure à quel point ce critère s'oppose au surclassement global par suite d'une différence de valeurs défavorable dépassant un seuil de veto  $v_j$ . Les deux indices  $d_j(e,r)$  et  $d_j(r,e)$  sont obtenus par des formules similaires à celles des indices partiels de concordance. L'indice  $d_j(e,r)$ , qui mesure l'opposition à l'assertion globale  $e \succ r$ , vaut 1 (interdiction du surclassement) si  $g_j(e)$  est inférieure ou égal à  $g_j(r) - v_j(r)$ , il s'annule dès que  $g_j(e)$  dépasse  $g_j(e) - p_j(r)$ ; il décroît linéairement entre ces deux valeurs. Un raisonnement symétrique est valable pour  $d_j(r,e)$ .

III.8.9. **degré de crédibilité du surclassement global :**

Le degré de crédibilité du surclassement global  $d_c(e,r)$  mesure à quel point on peut faire confiance au surclassement de  $e$  sur  $r$  : la crédibilité sera parfaite lorsqu'il vaut 1 et sera nulle (donc pas de surclassement) s'il s'annule. Lorsqu'au moins un critère oppose un veto au surclassement  $e \succ r$ ,  $d_c(e,r)$  sera nul et le surclassement sera interdit de ce fait. Si un critère  $j$  est discordant de telle sorte que  $C(e,r) < d_j(e,r) < 1$ , le degré de crédibilité  $d_c(e,r)$  devient inférieur à  $C(e,r)$  selon la formule suivante:

$$d_c(e,r) = C(e,r) \prod_{j \in \bar{F}} \frac{1 - d_j(e,r)}{1 - C(e,r)} \quad \text{où} \quad \bar{F} = \{j \in F / d_j(e,r) > C(e,r)\} \quad (2)$$

Il va de soi que  $d_c$  sera égal à l'indice de concordance global  $C(e,r)$  si aucun critère n'est discordant avec  $e \succ r$ . Ce sera donc en particulier le cas lorsqu'on supprime les vetos.

III.8.10. **la relation de surclassement résultante :**

La transformation de la relation de surclassement «floue» obtenue par la formule précédente est transformée en une relation de surclassement «vulgaire» au moyen d'un niveau de valeur de coupe  $\lambda$ , qui représente le degré de crédibilité minimum pour le surclassement. Donc si  $d_c(a,r)$  est supérieur ou égal à  $\lambda$ , alors  $a \succ r$ . On peut



dès lors définir les relations binaires globales de préférence  $>$ , d'indifférence  $I$  et d'incomparabilité  $R$  (refus de trancher) comme suit :

- Surclassement réciproque  $a \succ r$  et  $r \succ a$  avec un  $d_c \geq \lambda$ , alors  $a I r$  : l'entreprise "a" et la référence "r" sont déclarées avoir « un même niveau de performance »,
- $d_c(a,r) \geq \lambda$  et  $d_c(r,a) < \lambda$ , alors  $a > r$  : l'entreprise "a" est plus performante que la référence "r",
- $d_c(a,r) < \lambda$  et  $d_c(r,a) \geq \lambda$ , alors  $a < r$  : l'entreprise "a" est moins performante que la référence "r",
- $d_c(a,r) < \lambda$  et  $d_c(r,a) < \lambda$ , alors  $a R r$  : les performances de l'entreprise "a" et de la référence "r" sont incomparables.

### III.8.11. Les procédures d'affectation multicritère des entreprises aux catégories de performance :

Rappelons que nous avons trois profils de référence tels que  $r_3 > r_2 > r_1$  et donc quatre catégories ordonnées de performance possibles:  $C_4 > C_3 > C_2 > C_1$ .

#### 1. La procédure d'affectation pessimiste procède au classement comme suit:

L'entreprise "e" est comparée successivement à  $r_3$ ,  $r_2$ , puis  $r_1$  :

- $e \succ r_3$ , alors "e" est affectée à la catégorie  $C_4$  : l'entreprise "e" est très performante,
- $e \succ r_2$  mais  $e$  non  $\succ r_3$ , alors "e" est affectée à  $C_3$  : l'entreprise "e" est performante,
- $e \succ r_1$  mais  $e$  non  $\succ r_2$ , alors "e" est affectée à  $C_2$  : l'entreprise "e" est assez peu performante,
- $e$  non  $\succ r_1$ , alors "e" est affectée à  $C_1$  : l'entreprise "e" est peu performante.

#### 2. La procédure d'affectation optimiste procède au classement comme suit:

On compare successivement  $r_3$ ,  $r_2$ , puis  $r_1$  à l'entreprise "e" :

- $r_3$  non  $> e$ , alors "e" est affectée à la catégorie  $C_4$  : l'entreprise est très performante,
- $r_3 > e$ , mais  $r_2$  non  $> e$ , alors "e" est affectée à  $C_3$  : l'entreprise est performante,
- $r_2 > e$ , mais  $r_1$  non  $> e$ , alors "e" est affectée à  $C_2$  : l'entreprise est assez peu performante,
- $r_1 > e$ , alors "e" est affectée à  $C_1$  : l'entreprise est peu performante.

#### Comparaison des deux procédures :

1. La procédure pessimiste a un caractère conjonctif d'autant plus marqué que la valeur de coupe  $\lambda$  se rapproche de la valeur 1. On s'attend à un classement de plus en plus sévère avec la croissance de  $\lambda$ .

Si  $\lambda = 1$ , il faut que l'unanimité des critères confirme qu'elle surclasse la frontière inférieure d'une catégorie, pour éviter que l'entreprise soit déclassée vers une catégorie inférieure,

2. La procédure optimiste a un caractère disjonctif d'autant plus marqué que la valeur de coupe  $\lambda$  se rapproche de la valeur 1. On s'attend à un classement de plus en plus laxiste avec la croissance de  $\lambda$ .

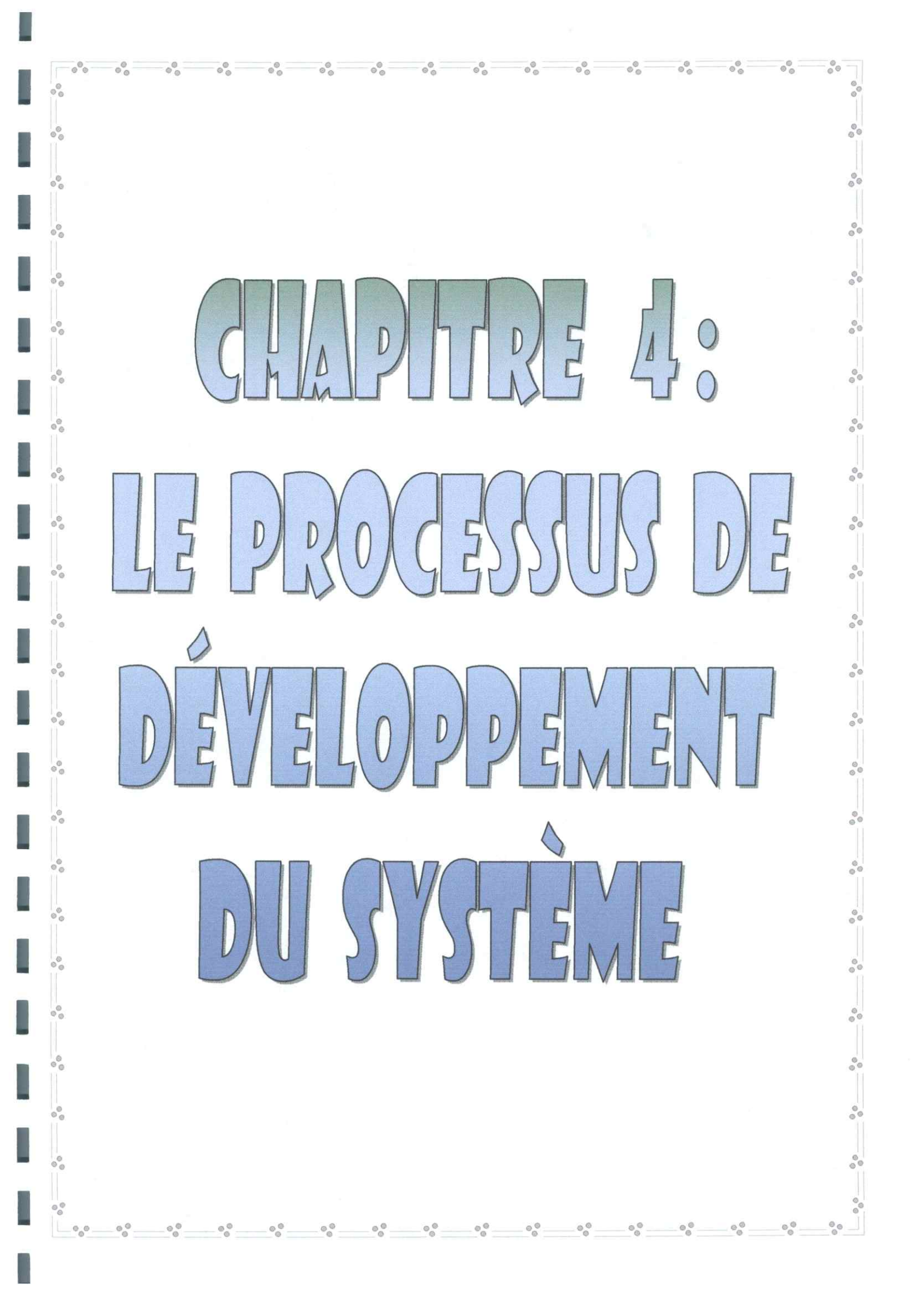
Si  $\lambda = 1$ , il suffit qu'un des critères confirme son premier surclassement non réciproque par une frontière supérieure d'une catégorie, pour que l'entreprise soit classée dans cette catégorie,

Une divergence existe entre les deux classements dès qu'au moins une entreprise est incomparable à une ou plusieurs références. Il est aussi évident que les classements coïncident lorsque chaque entreprise présente sur tous les critères des performances se rangeant suffisamment entre deux frontières. A contrario, c'est le croisement des profils des frontières et des profils des entreprises qui crée la divergence.

### III.9. Conclusion :

Le champ d'application de l'analyse multicritères se révèle très vaste : production, marketing, économie, sécurité, environnement, finance, sciences de l'ingénieur, énergie, transport, etc...

Néanmoins, l'analyse multicritères, comme toute autre technique, peut présenter des difficultés. La plus évidente est la construction du tableau des performances. En amont de ce problème, l'élaboration de l'ensemble des critères peut s'avérer délicat car, pour bien faire, il doit être exhaustif et les critères, indépendants. En aval, l'analyse de robustesse (ou de sensibilité) des résultats peut constituer, de part le grand nombre de paramètres qui interviennent dans certaines méthodes.



# CHAPITRE 4 :

# LE PROCESSUS DE

# DÉVELOPPEMENT

# DU SYSTÈME

### IV.1. Introduction :

Le développement de l'outil est une succession d'étapes par laquelle passe un logiciel, ce développement est difficile à réussir. Afin d'augmenter leurs chances de réussite, des méthodes de développement de logiciel ont été définies, ces méthodes permettent de mieux organiser, d'avoir une meilleure compréhension, de réduire la complexité des applications, et permettent une plus grande facilité dans l'interprétation des concepts logiciels.

Nous commençons ce chapitre par le choix de la méthode de développement suivie, et pour réaliser notre outil nous présentons toutes les étapes de développement de l'outil qui sont : L'analyse, conception, conception détaillée, l'implémentation, le test et la validation.

#### DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT :

Pour la modélisation de notre travail, nous utilisons la notation UML qui représente un langage de modélisation et non pas une méthode objet, ça veut dire que l'UML ne décrit pas une démarche de développement de logiciel. Le processus de développement que nous utilisons est le modèle «en cascade», ce modèle est décrit par ROYCE en 1970, qui a été largement employé depuis, pour la description générale des activités liées aux logiciels.

Le modèle «en cascade» figure (14) présente un cycle de vie d'un logiciel par une suite de phases qui s'enchaînent dans un déroulement linéaire depuis l'analyse jusqu'à la maintenance [6].

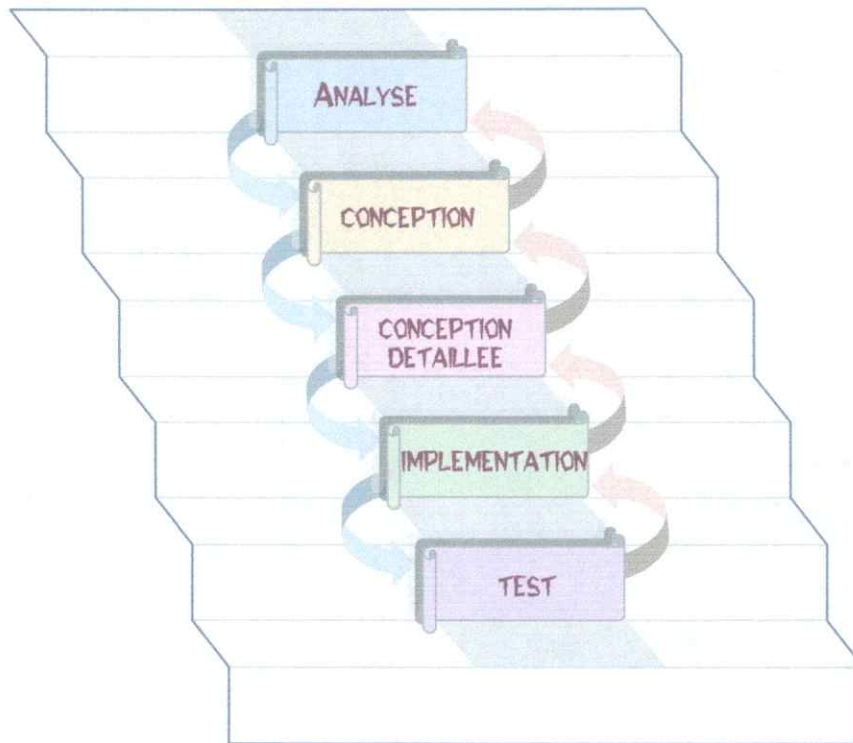


fig.14: le modèle de développement en cascade

#### UML :

Le langage UML constitue une unification des méthodes objets, tirant donc profit des avantages de chacune de ces méthodes à l'origine de l'unification, il constitue un standard pour la modélisation orientée objet.

Le modèle conceptuel d'UML comprend les notions de base génériques du langage. Il définit trois sortes de briques de base :

- Des concepts (structurels, comportementaux, annotationnels, groupements).
- Des relations (association, généralisation, les agrégations, les compositions...etc.).
- Des diagrammes (statiques et dynamiques : classes, séquences, cas d'utilisation...etc).

#### IV.2. L'analyse :

C'est la première partie et la plus importante du processus de développement vue qu'elle va faire une description générale des fonctionnalités du systèmes et la capture des besoins, et cela en répondant à ces questions : "quelles sont les fonctions du système ?", "quels sont les utilisateurs du système?", "et qu'attendent-ils du système ?".

En particulier, des diagrammes de cas d'utilisations sont exposés, accompagnés par des descriptions textuelles, permettent de préciser les besoins, sans entrer dans

les détails d'organisation ni d'implémentation et des scénarios qui enrichissent la description en donnant des exemples de situations. Le formalisme est simple et permet à tout le monde de le comprendre.

### IV.2.1. description de notre système :

L'architecture de notre système baptisé "selecto", représentée par la figure (15), suit une structure modulaire qui comporte deux niveaux assurant les interactions entre les différents modules avec une base de données partagée (centralisée) qui va faciliter les échanges d'informations.

Cette architecture offre les avantages suivants:

- conception simplifiée: chaque module peut être conçu indépendamment des autres et accomplissant une tâche particulière.
- facilité de maintenance et de mise au point.

Voici donc une description globale de chaque niveau.

#### a. niveau données:

La conservation et la restitution des données nécessaire à la prise de décision doivent se faire par une base de données rassurant une structure logique bien adaptée.

Ont distingue deux types de données :

- a.1. **données relatives aux sociétés** : organise les données relatives aux sociétés (adresse, capital social, produit fabriqué...).
- a.2. **données des modèles** : regroupe les données liées à la méthode multicritère Électre Tri (critère, poids des critères, catégorie...).

#### b. niveau traitement :

Ce niveau est constitué de quatre modules principaux :

##### b.1. gestionnaire de données :

Correspond au système de gestion de base des données qui assure les fonctions d'extraction, de consultation et de mise a jours ainsi que d'autre fonction standard ; il s'agi donc du SGBD.

##### b.2. gestionnaire de modèles :

Composé d'ensemble de modèles, il décrit le traitement apporté aux données de la base en appliquant l'un des modèles. Notre système utilise la méthode

multicritères Electre Tri choisi auparavant dont nous exposerons les principaux traitements à l'étape de conception.

b.3. gestionnaire de dialogue

Le rôle principal du gestionnaire de dialogue est de gérer les différents éléments de dialogue constituant le niveau interface et de jouer le rôle d'interlocuteur entre les différents niveaux et les différents modules.

Notre système se décompose de :

- ▀ affectation.
- ▀ générateur de rapports.
- ▀ manipulation de données.
- ▀ saisi et transfert de données.
- ▀ attribution de droits et privilèges.

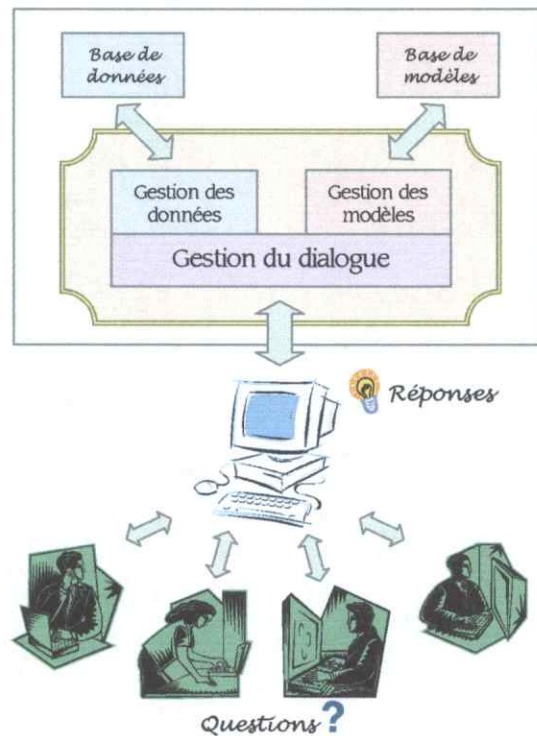


fig.15 : architecture du système "selecto"

IV.2.2. les diagrammes de cas d'utilisation :

Les acteurs: Parmi les acteurs principaux qui comptent notre système, nous citons :

- ▀ Décideur : il participe essentiellement dans le processus de décision.

- ▀ Administrateur BD : il attribue pour chaque utilisateur un nom d'utilisateur et un mot de passe, et précise ces droits et privilèges pour l'utilisation du système.
- ▀ Utilisateur : il est concerné par les traitements basic du système.
- ▀ Responsable de saisi : il s'occupe lui même ou il se charge de suivre l'opération de saisie et de transfert des données.

Tout particulièrement, pour faciliter la lisibilité, nous avons choisi de représenter les trois acteurs *décideur*, *l'utilisateur* et *le responsable de saisi* par un seul acteur : "*manipulateur*".

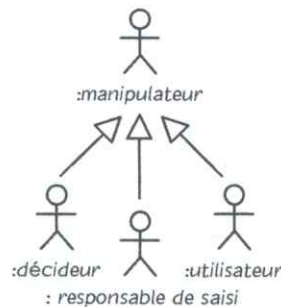


fig.16 : généralisation des acteurs du système "selecto"

**Les cas d'utilisation** : La figure (17), illustre Le diagramme de contexte de notre application qui offre une vue synthétique sur les cas d'utilisation, résumant les fonctionnalités offertes par notre système. Quatre acteurs principaux sont représentés : le décideur, l'administrateur du base de données (administrateur BD), l'utilisateur et le responsable de saisie.

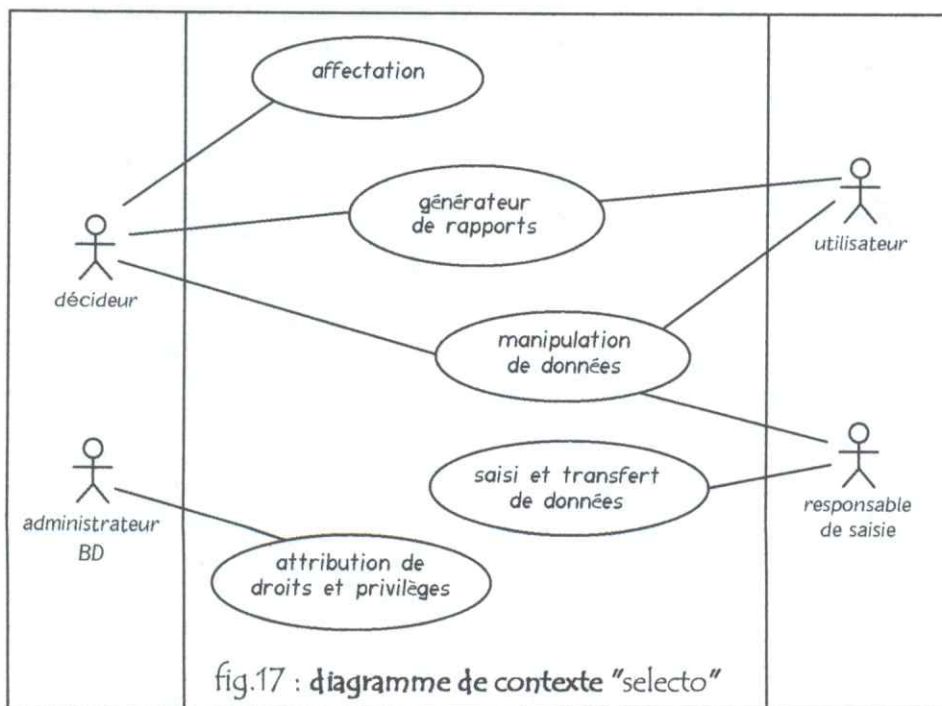
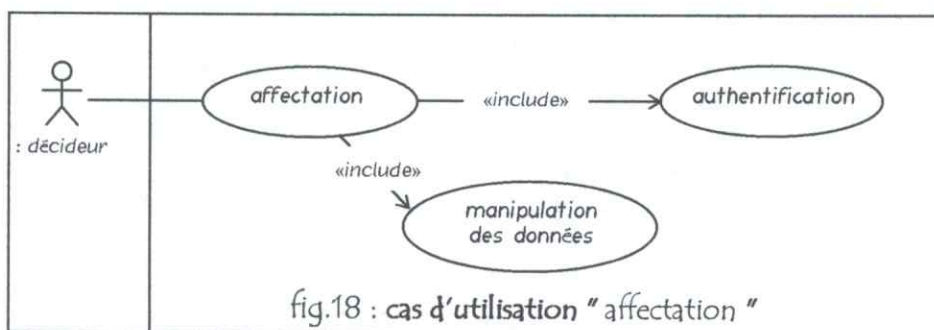


fig.17 : diagramme de contexte "selecto"



Le diagramme précédent donne une idée générale sur le contexte du notre système "selecto", est pour spécialiser les cas d'utilisation, une description textuelle s'impose. Nous allons donc tenté par la suite de spécialiser les cas d'utilisation : "affectation", "générateur de rapports", "manipulation de données", "attribution de droits" et "transfert des données", en fournissant leurs descriptions textuelles. En suite, pour mettre en évidence les interactions qui existent entre le système et les acteurs de son contexte, des diagrammes de séquence simplifiée accompagnent ces descriptions.

- a. **affectation** : Cette partie est réservée exclusivement au décideur. On est obligé de passer par l'authentification pour utiliser l'affectation, manifestement l'affectation fait appelle à la manipulation des données pour répondre aux besoins du décideur.



Le scénario de la figure (19) représente le cas d'utilisation "affectation", et résumant les besoins spécifiés par le décideur.

Cas d'utilisation : affectation	
<b>inclut</b>	authentification, manipulation des données
<b>acteur primaire :</b>	décideur
<b>invariant :</b>	l'affectation d'une entreprise s'effectue chaque mois
<b>description</b>	
L'affectation comprend les opérations courantes : analyse exploratoire (naïve de type somme des rangs) et l'affectation multicritère.	
<b>cas : analyse exploratoire (uni critère)</b>	
Le décideur est authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), il vérifie que les données nécessaires à l'affectation sont présentes (appel au cas d'utilisation "manipulation des données"), le décideur souhaite dégagé certaines tendances pour la future catégorisation des entreprises. Pour chaque entreprise :	
1. choisir un ensemble de critères, parmi les critères disponibles.	
2. lancer l'analyse exploratoire.	
<b>cas : affectation multicritère</b>	
Le décideur est authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), il vérifie que les données nécessaires à l'affectation sont présentes (appel au cas d'utilisation "manipulation des données"), le décideur est déterminé à attaquer les choses sérieuses, ceux de l'affectation multicritère des entreprises, cela dit il aura besoin d'appliquer la méthode Electre Tri :	

1. choisir un ensemble de critères, parmi les critères disponibles.  
 2. déterminer les poids, de chaque critère.  
 3. contrôler à la nécessité les seuils de chaque critère.  
 4. fixer les vetos.  
 5. lancer l'affectation multicritère.

**exception**

faire autres affectations, alors que d'autres ont étaient déjà faites durant le même mois (réaffectation).

**cas : réaffectation**

précondition : le système n'interdit pas plusieurs affectation pendant le même mois, dans le cas où il s'avère qu'il y a un changement dans l'ensemble des informations que le décideur les a précisées précédemment (par exemple : changement de valeur des critères).

fig.19 : scénario "affectation"

Le diagramme de séquence suivant met en évidence les interactions qui existent entre le décideur et le système.

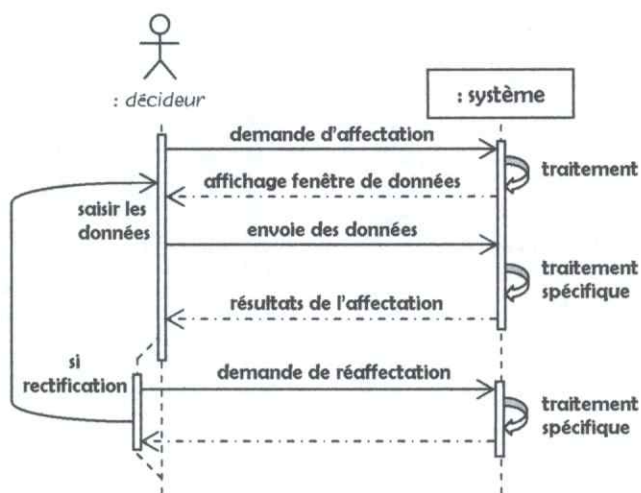
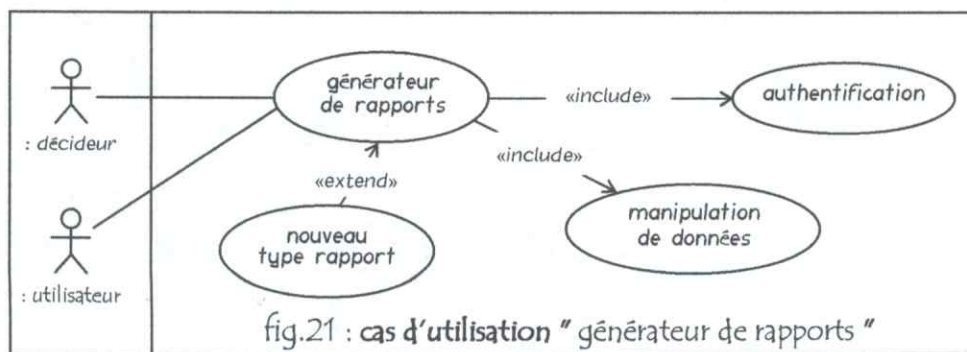


fig.20 : diagramme de séquence "affectation"

b. **générateur de rapports** : Le générateur de rapports implique le décideur et l'utilisateur, il permet la création de différent type de rapport nécessaire à l'analyse des différentes informations destinée au décideur. Le générateur de rapport nécessite obligatoirement l'authentification.



Une description textuelle décrit le cas d'utilisation ci-dessous :

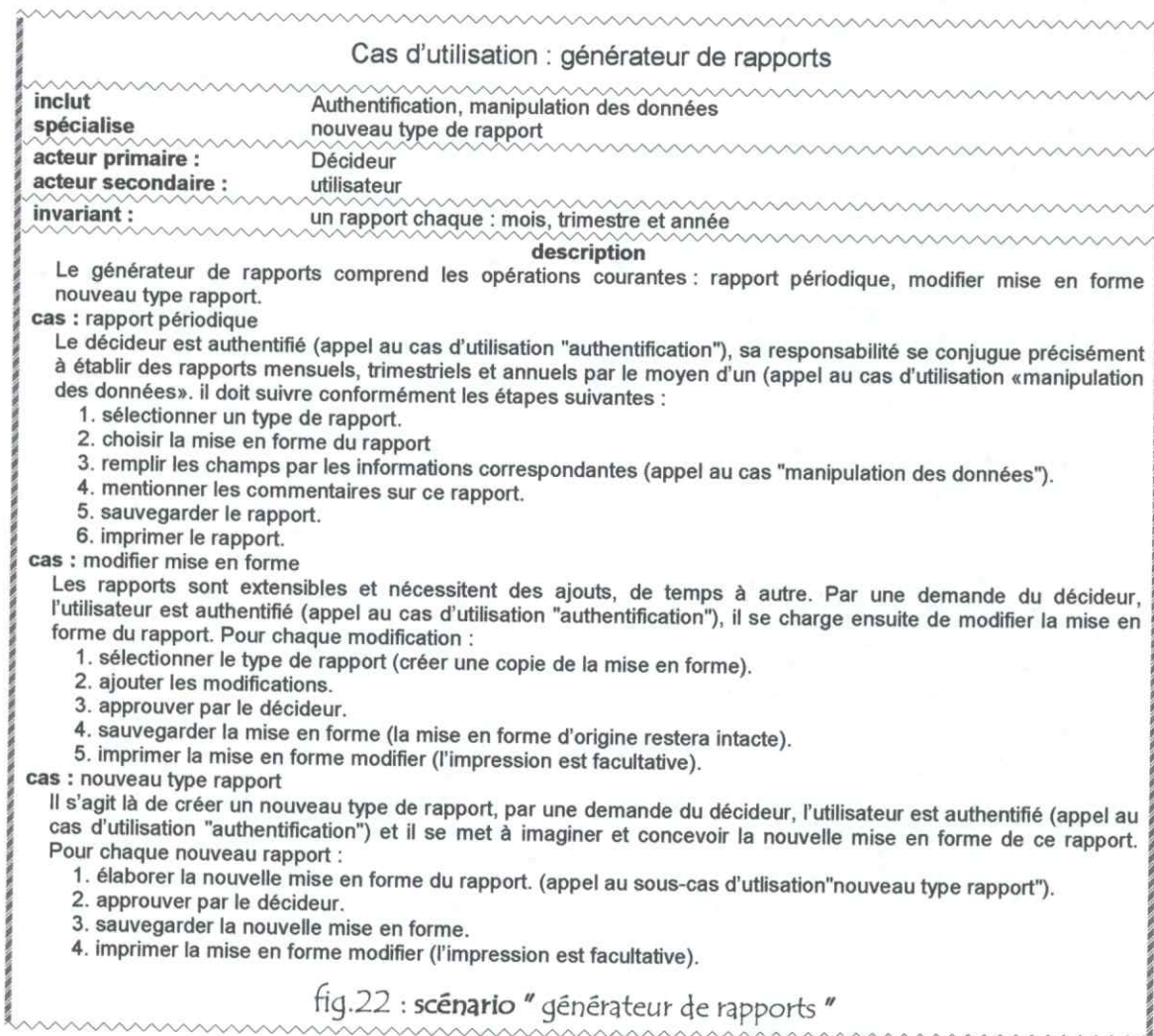


fig.22 : scénario "générateur de rapports"

Le cas d'utilisation "nouveau type rapport" est spécialisé comme l'indique le scénario ci-dessus pour préciser que c'est un sous-cas du cas d'utilisation "générateur de rapports".

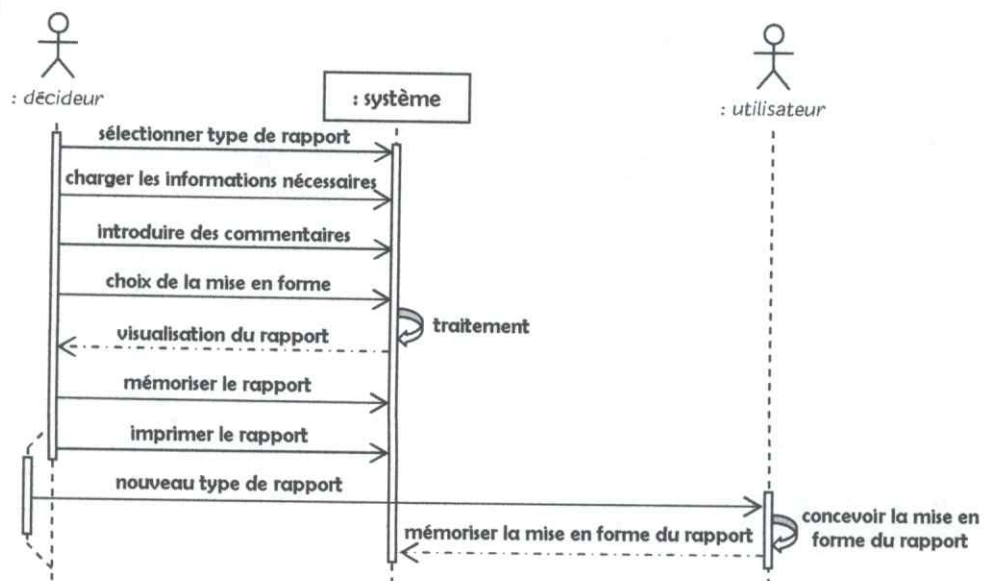
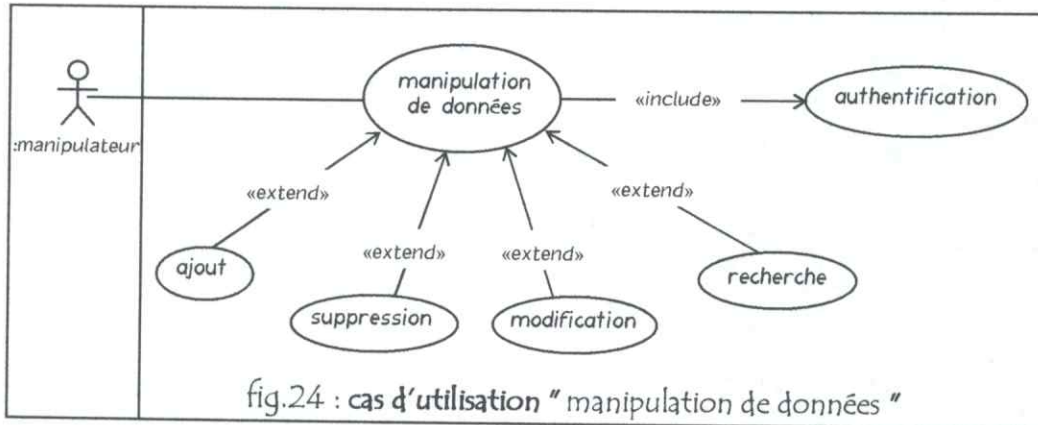


fig.23 : diagramme de séquence "générateur de rapports"

- c. **manipulation des données** : La manipulation des données touche pratiquement presque tous les acteurs de notre système, on s'attend à une authentification si on souhaite manipuler les données.



La figure (24) nous donne une vue contextuelle sur le cas d'utilisation manipulation des données, cette vue sera détaillée dans le scénario suivant en traduisant, ce qu'ils doit faire chaque acteur pour manipuler les données.

**Cas d'utilisation : manipulation de données**

<b>inclut</b>	authentification
<b>spécialise</b>	ajout, suppression, modification, recherche
<b>acteurs primaires :</b>	décideur, utilisateur, responsable de saisi.
<b>invariant :</b>	La suppression des données n'est pas tolérée, sauf dans des cas bien précis.

**Description**

La manipulation de données s'occupe : de l'ajout, de la suppression, de la modification et de la recherche des données.

**cas : ajouter des données.**  
 Le décideur est authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), après avoir réaliser une affectation le décideur éclairé par les près-décisions, il doit prendre des décisions et les sauvegarder :

1. préciser les décisions à prendre (appel au sous-cas d'utilisation "ajout").
2. commenter si nécessaire par une interprétation pour chaque décision prise.
3. sauvegarder les décisions et les commentaires.

**cas : supprimer des données.**  
 Seul, le décideur est autorisé à supprimer les données, il s'agit bien précisément de ses décisions et les commentaires, tout à fait, après avoir authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), il doit alors :

1. sélectionner les décisions à supprimer (appel au sous-cas d'utilisation "suppression").
2. sélectionner les commentaires correspondants à supprimer.
3. supprimer les données.

**cas : modifier les données**  
 La modification des données implique clairement le décideur, quand il s'agit de ses données personnels (décisions, commentaires) et fortement le responsable de saisi s'il s'agissait de l'ensemble de toutes les données (mis à part bien sur les données personnels du décideur et quelque autre données protégés). Tous les deux effectue :

1. sélectionner les données à modifier (appel au sous-cas d'utilisation "modification").
2. modifier les données.

**cas : rechercher les données**  
 selon les droits et les privilèges attribuées par l'administrateur BD, chacun des acteurs aura droit à consulter les données qui lui sont imparties (son domaine d'activités) après avoir était authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), il doivent alors :

1. préciser une partie ou bien l'ensemble du nom de la donnée à chercher (appel au sous-cas d'utilisation "recherche").
2. chercher la donnée.

fig.25 : scénario " manipulation de données "

Le sous-cas d'utilisation "ajout des données" est concrétisé par un diagramme de séquence, qui montre comment s'effectue l'opération d'ajout de nouvelles données dans le système.

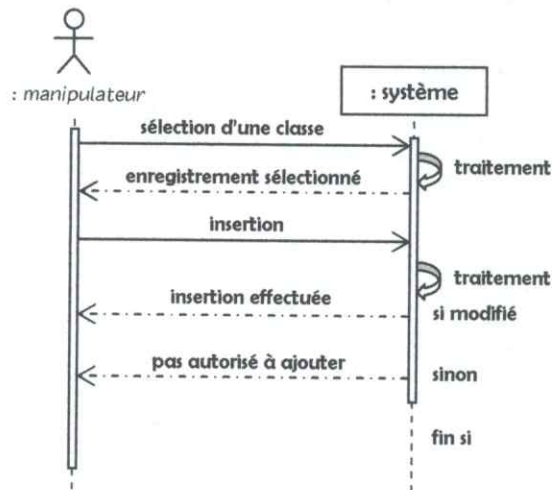


fig.26 : diagramme de séquence "manipulation → insertion"

Si on rajoute des données à un système, on aura toujours besoin de les supprimer, le diagramme suivant s'applique :

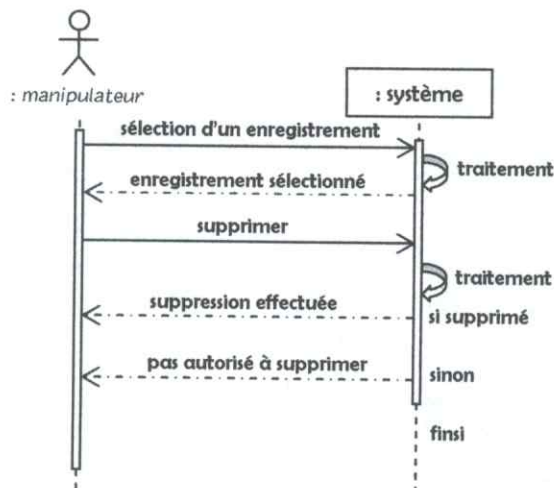


fig.27 : diagramme de séquence "manipulation → suppression"

Un système qui gère des données doit être fondé de pouvoir les modifier. Ainsi la modification se schématise par le diagramme de séquence suivant :

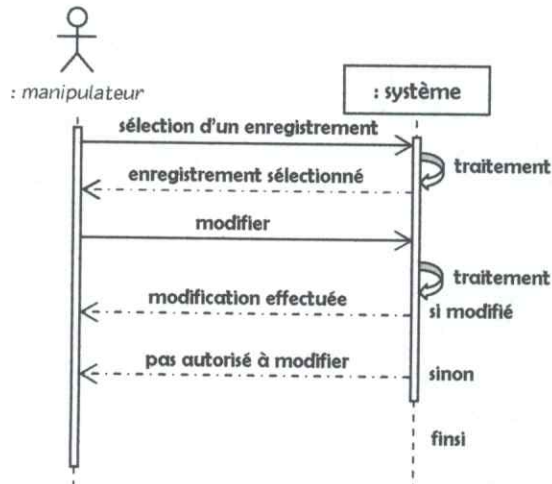


fig.28 : diagramme de séquence "manipulation → modification"

Sans recherche, on ne pourra jamais exploiter les données détenues dans le système. A cause de ce besoin naturel, le système doit assurer cette fonction.

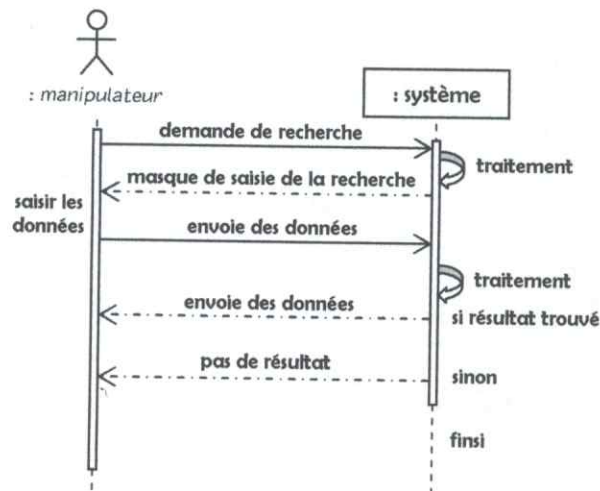


fig.29 : diagramme de séquence "manipulation → recherche"

- d. **attribution des droits** : Le seul maître à bord dans ce module est l'administrateur de la base de données. Comme c'est déjà montré auparavant à plusieurs reprises, l'administrateur doit passer obligatoirement par l'authentification.

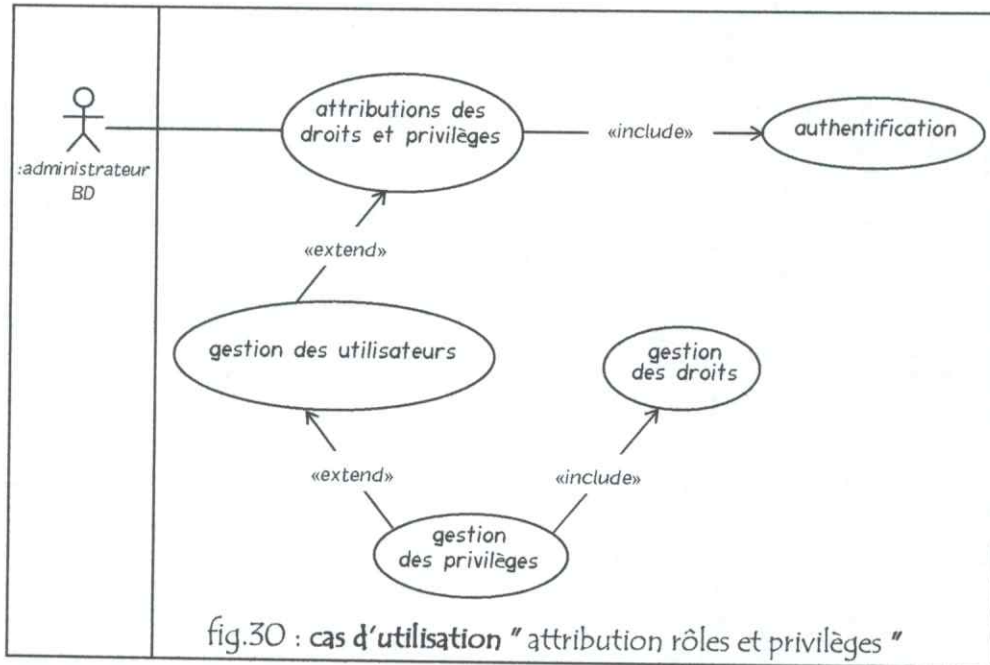


fig.30 : cas d'utilisation " attribution rôles et privilèges "

Le scénario ci-dessous, élucide le rôle joué par l'administrateur de la base de données dans le module attribution de droits.

**Cas d'utilisation : attribution droits**

<b>inclut</b>	authentification
<b>spécialise</b>	gestion des utilisateurs, gestion des droits, gestion des privilèges.
<b>acteur primaire :</b>	administrateur BD
<b>invariant :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ un mot de passe n'est relatif qu'à un seul utilisateur du système.</li> <li>✗ un utilisateur du système ne peut posséder plus d'un mot de passe.</li> <li>✗ le mot de passe doit être changé périodiquement (chaque mois par exemple), pour chaque utilisateur du système.</li> </ul>
<b>description</b>	
l'attribution des droits fait l'objet de : définir les utilisateurs, définir les droits, définir les privilèges.	
<b>cas : définir les utilisateurs.</b>	
De même l'administrateur BD doit être authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), il se charge de définir les utilisateurs du système (appel au cas d'utilisation "gestion des utilisateurs").pour cela il doit :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. attribuer un nom d'utilisateur pour l'utilisateur du système.</li> <li>2. définir un mot de passe pour cet utilisateur.</li> <li>3. ajouter l'utilisateur à l'ensemble des utilisateurs prédéfinis.</li> </ol>	
<b>cas : définir les droits</b>	
L'administrateur BD est authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), chaque utilisateur possède un droit ou plusieurs (par exemple : utilisateur simple, utilisateur avec pouvoir, administrateur BD), pour définir un droit il faut :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. choisir l'un des utilisateurs prédéfinis auparavant.</li> <li>2. attribuer les droits à l'utilisateur ciblé (appel au sous-cas d'utilisation "gestion des droits").</li> </ol>	
<b>cas : définir les privilèges</b>	
L'administrateur BD est authentifié (appel au cas d'utilisation "authentification"), pour chaque droit correspond des privilèges qui doit les précisés l'administrateur BD, pour cela il faut :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. choisir l'un des droits prédéfinis auparavant.</li> <li>2. attribuer les privilèges au droit ciblé (appel au sous-cas d'utilisation "gestion des privilèges").</li> </ol>	
<b>exception</b>	
exclure un utilisateur de l'ensemble des utilisateurs prédéfinis du système.	
<b>cas : supprimer utilisateur</b>	
<b>précondition :</b>	C'est rare que l'administrateur BD fait recours à la suppression de l'un des utilisateurs qui les a définis auparavant, mais il faut l'envisager.

fig.31 : scénario " attributions rôles et privilèges "

Nous proposons à ce niveau, un digramme de séquence qui reflète une représentation moins condensée de l'attribution des droits.

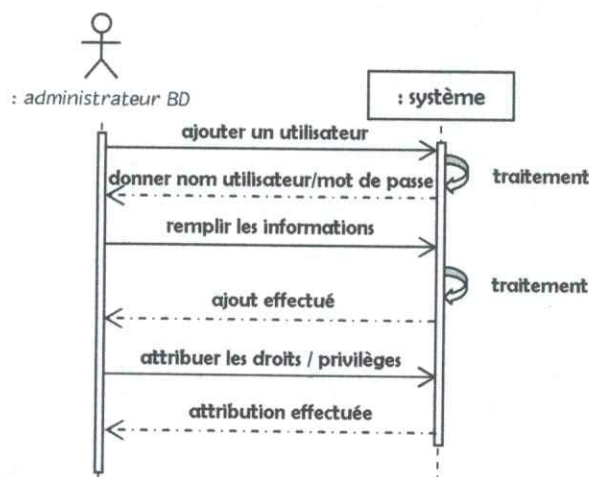


fig.32 : diagramme de séquence "attribution droits"

La présentation des échanges dans ce scénario d'exception de la figure (33) n'explique pas la réalisation de ces échanges. Ainsi la suppression d'un utilisateur est symbolisée par une interaction ; au niveau concret, ça peut être un message sur écran.

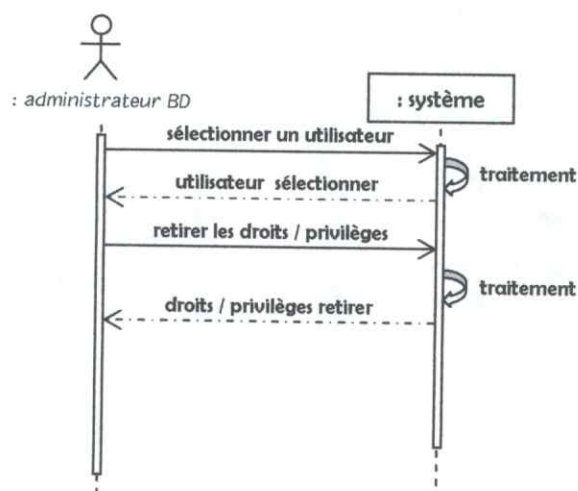
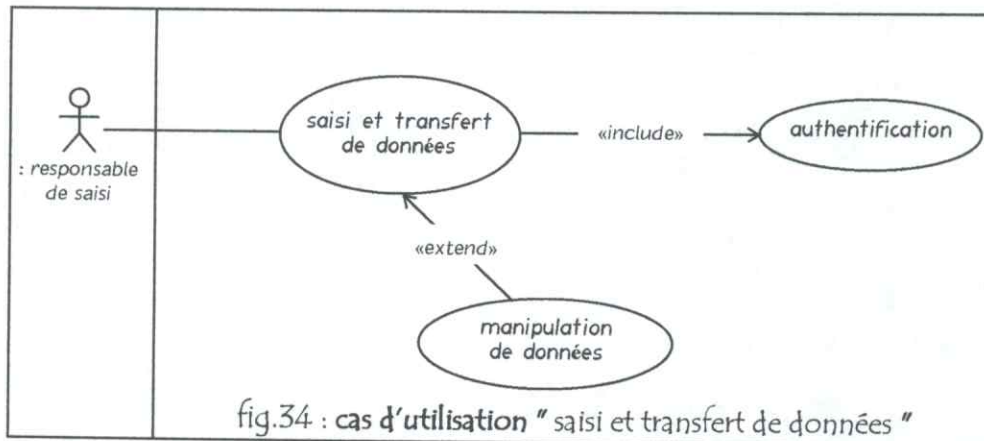


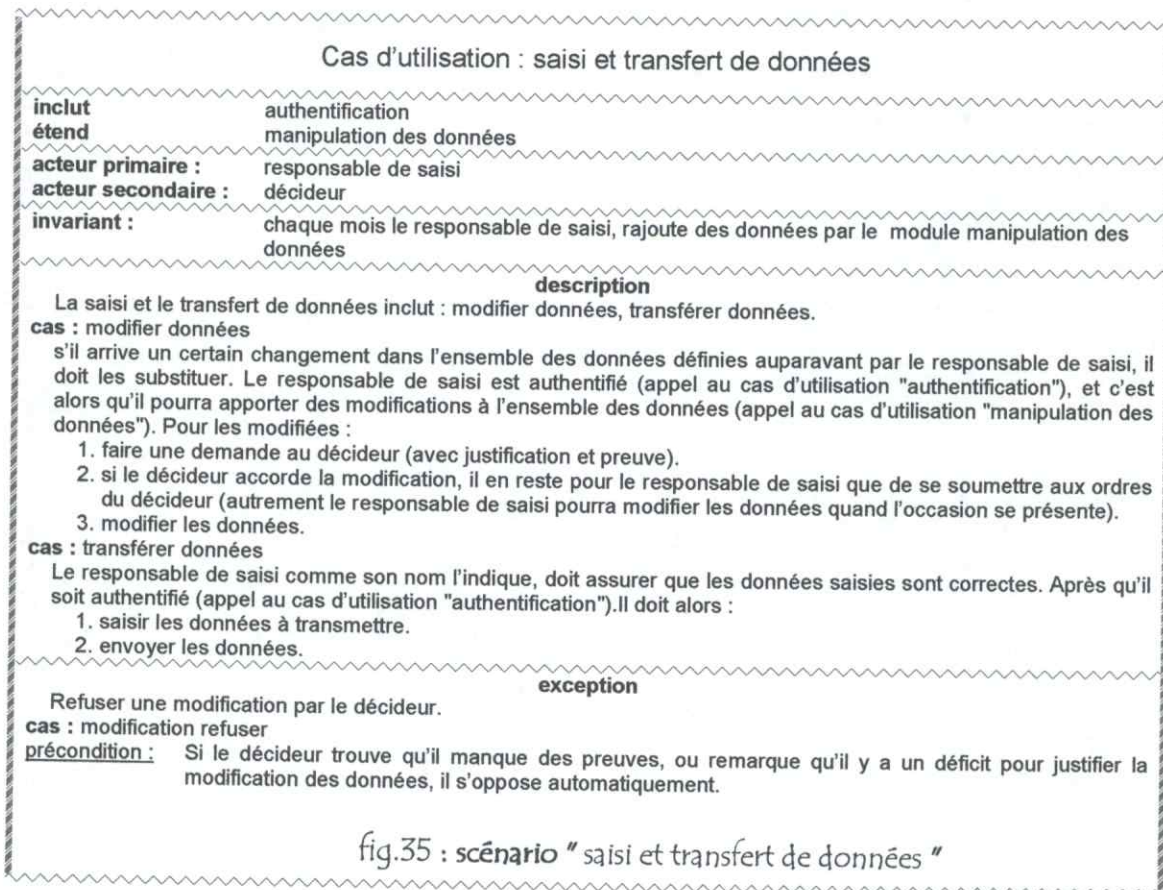
fig.33 : diagramme de séquence "retirer droits"

- e. **saisi et transfert de données** : Le responsable de saisie se charge de certifier les données pour les envoyer. Il se sert de la manipulation des données pour les modifier.





Un scénario de saisie et transfert de données enrichi bien ce que nous rapporte guère le cas d'utilisation de la figure (34).



Dans ce diagramme de séquence, le décideur joue un rôle secondaire. Il est impliqué de manière indirecte dans la réalisation des échanges avec le système.

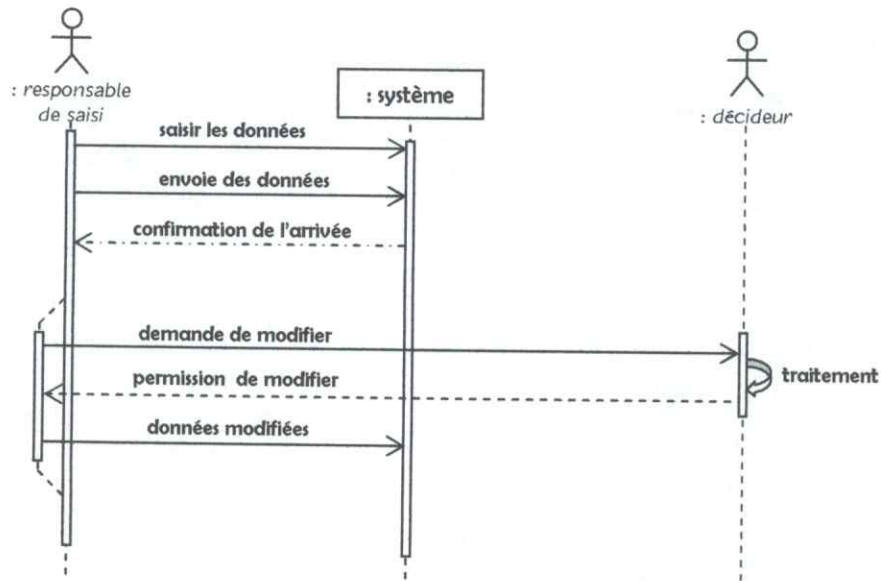


fig.36 : diagramme de séquence "saisi et transfert de données"

#### IV.2.3. diagramme des classes préliminaire :

La construction méthodique du diagramme des classes est fondée sur l'analyse des diagrammes de l'analyse, il est parfois intéressant de construire un premier diagramme de classe à l'issue de l'analyse. Cette ébauche nous a permis de répondre à certaines questions dans la description des diagrammes de séquence.

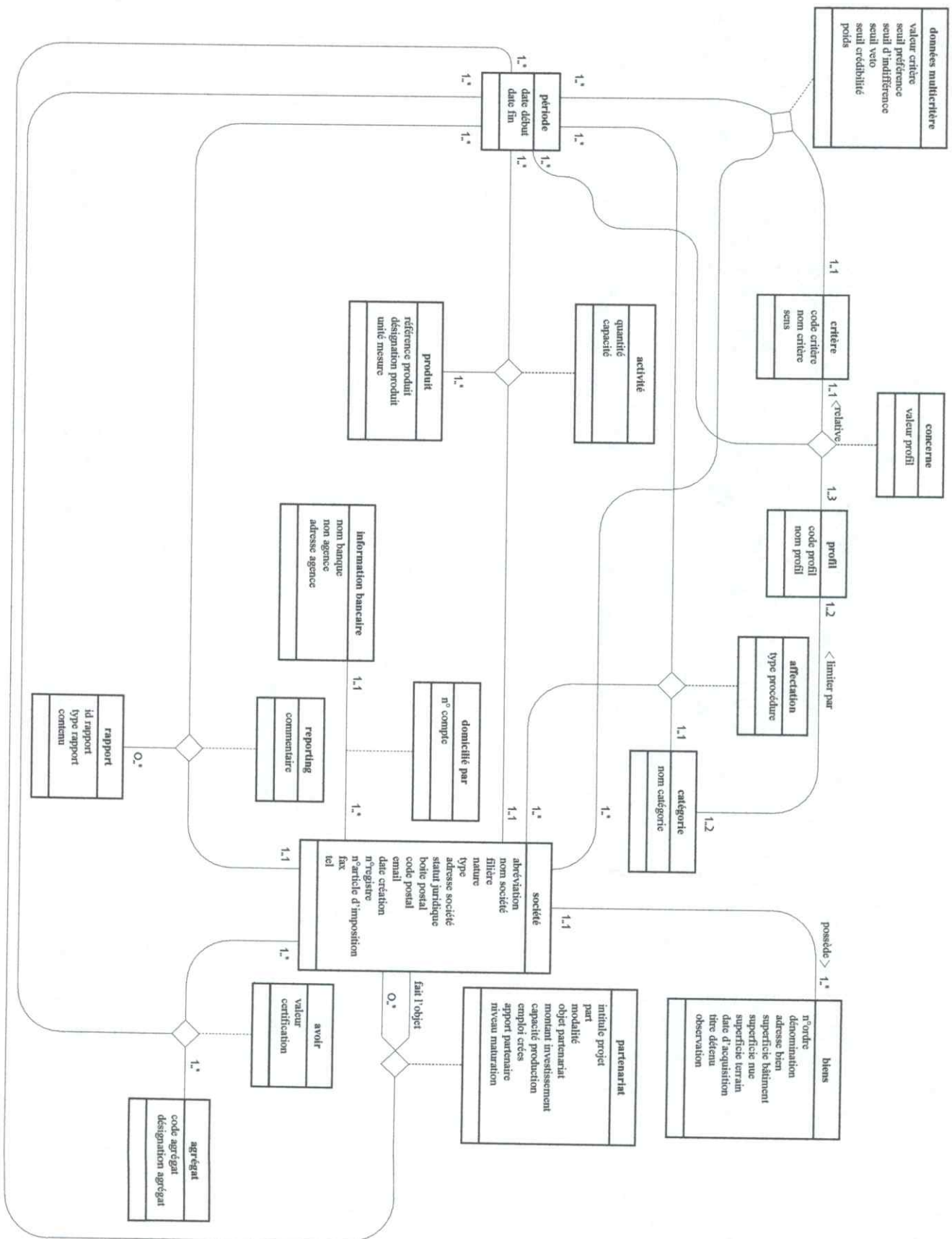


fig.37: diagramme des classes préliminaire "selecto"

### IV.2.4. conclusion :

Nous avons donnée une idée générale du besoin. Les descriptions peuvent parfois apparaître trop ou pas assez détaillées. Le choix du niveau d'abstraction est une difficulté inhérente à ce type de modélisation. Il est important de ne pas surcharger les diagrammes de détails pour éviter la sur-spécification (choix d'implantation). Par exemple, l'appel d'un sous-cas d'utilisation est indiqué sous forme de commentaire. Inversement, un manque de détails conduits à une sous-spécification et laisse place à des interprétations différentes (ambiguïtés). Il nous semble important de noter sous forme de commentaires les appels ou les analogies, pour condenser la description. L'étape suivante va consister à préciser les interactions à l'intérieur du système.

### IV.3. conception :

Dans l'étape de l'analyse nous avons utilisé les cas d'utilisation et les scénarios comme modèles d'approches, à un niveau d'abstraction élevé. Le but de la conception est d'affiner ces modèles en introduisant quelques rouages essentiels du système à implanter et notamment la prise en compte de l'interface et du contrôle. A ce niveau, on décrit une première structure logique du système ou objets et les interactions entre ces objets. Il s'agit de choix logiques dans la mesure où on ne se préoccupe pas du contrôle effectif (système réparti, client/serveur), du gestionnaire d'interface (système d'exploitation) ou de la persistance (base de données).

#### IV.3.1. diagrammes de séquence et de collaboration :

Comme nous l'avons déjà dit auparavant, on reprend quelques diagrammes de l'analyse pour les raffiner. On trouve les diagrammes de séquence d'authentification, d'affectation, d'attribution des droits, de recherche, de transmission et générateur de rapports.

- a. **authentification** : le diagramme de la figure suivante illustre les séquences de messages induits par L'authentification de tous les utilisateurs du système. Le retour de valeurs est représenté ici par un message spécial '^'. L'interface du système se présente sous forme de fenêtres. Nous avons choisi un nom générique *F. module d'authentification* pour désigner l'interface relative à l'authentification des utilisateurs :

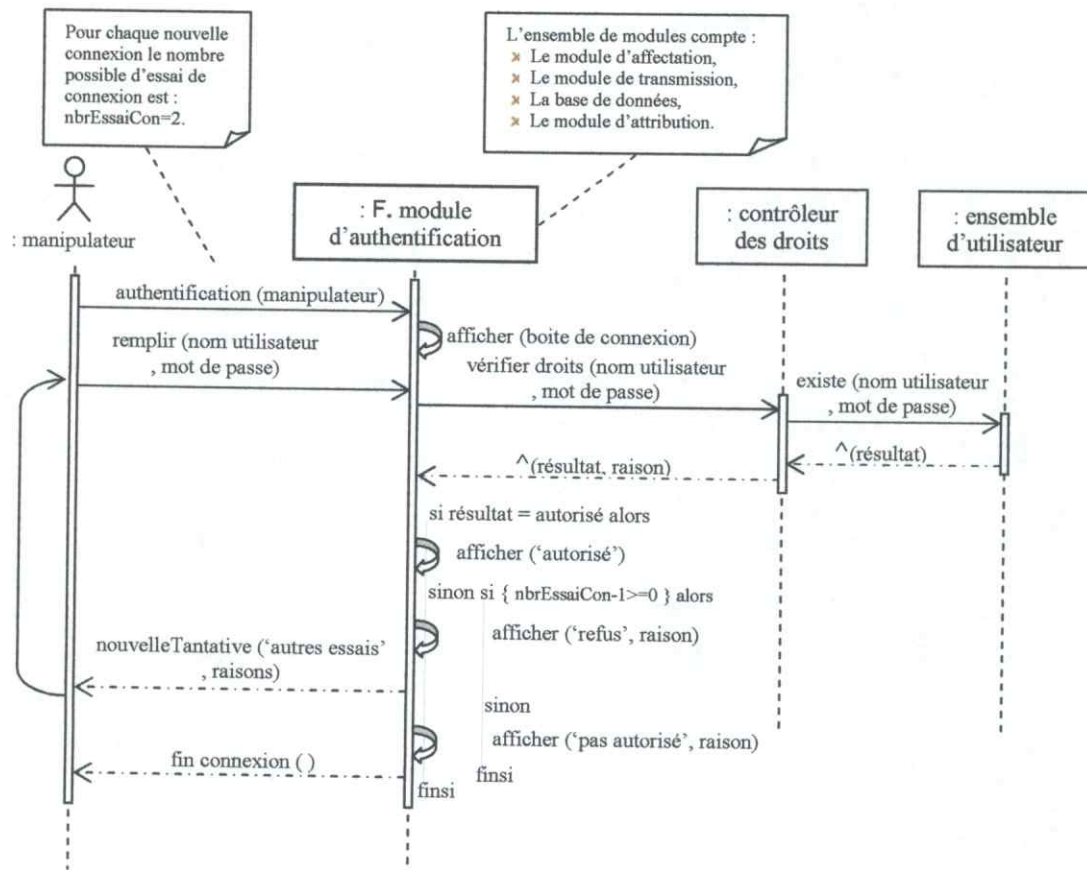


fig.38 : diagramme de séquence " authentication "

b. **affectation** : L'affectation représente la plus grande partie de notre travail, l'aide à la décision va prendre racine en s'appuyant sur la méthode multicritère *Electre Tri*. Le diagramme de séquence de la figure (35) résume les principales interactions entre le décideur et la fenêtre relative à l'affectation des entreprises *F. module d'affectation*.

## Chapitre IV : processus de développement du système

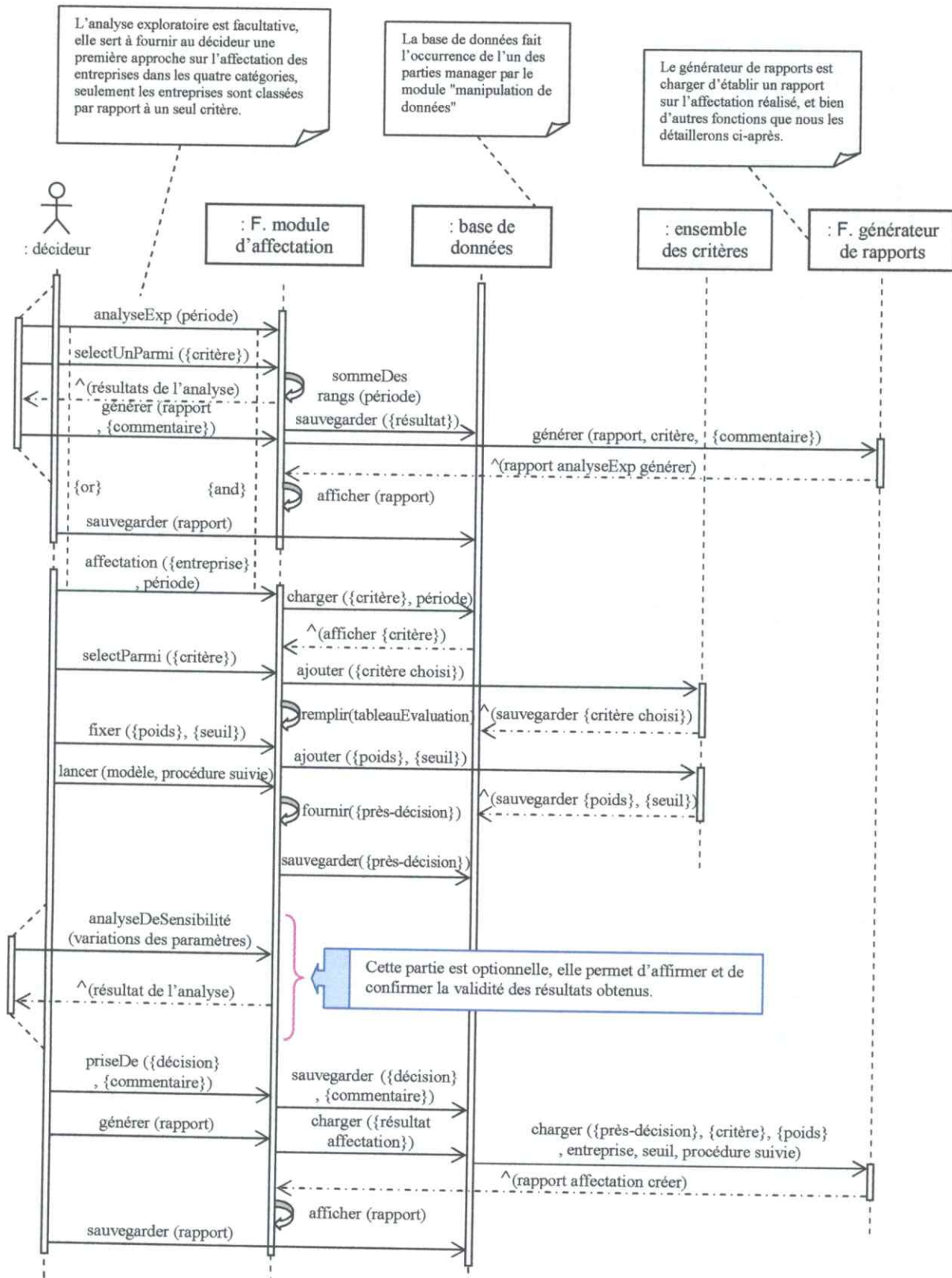


fig.39 : diagramme de séquence "affectation"

- c. **attribution de droits** : une fenêtre spéciale sera dédiée seulement pour l'administrateur de la base de données. Le diagramme de séquence suivant retrace les principales interactions entre l'administrateur BD et la fenêtre d'attribution des droits *F. module d'attribution*.

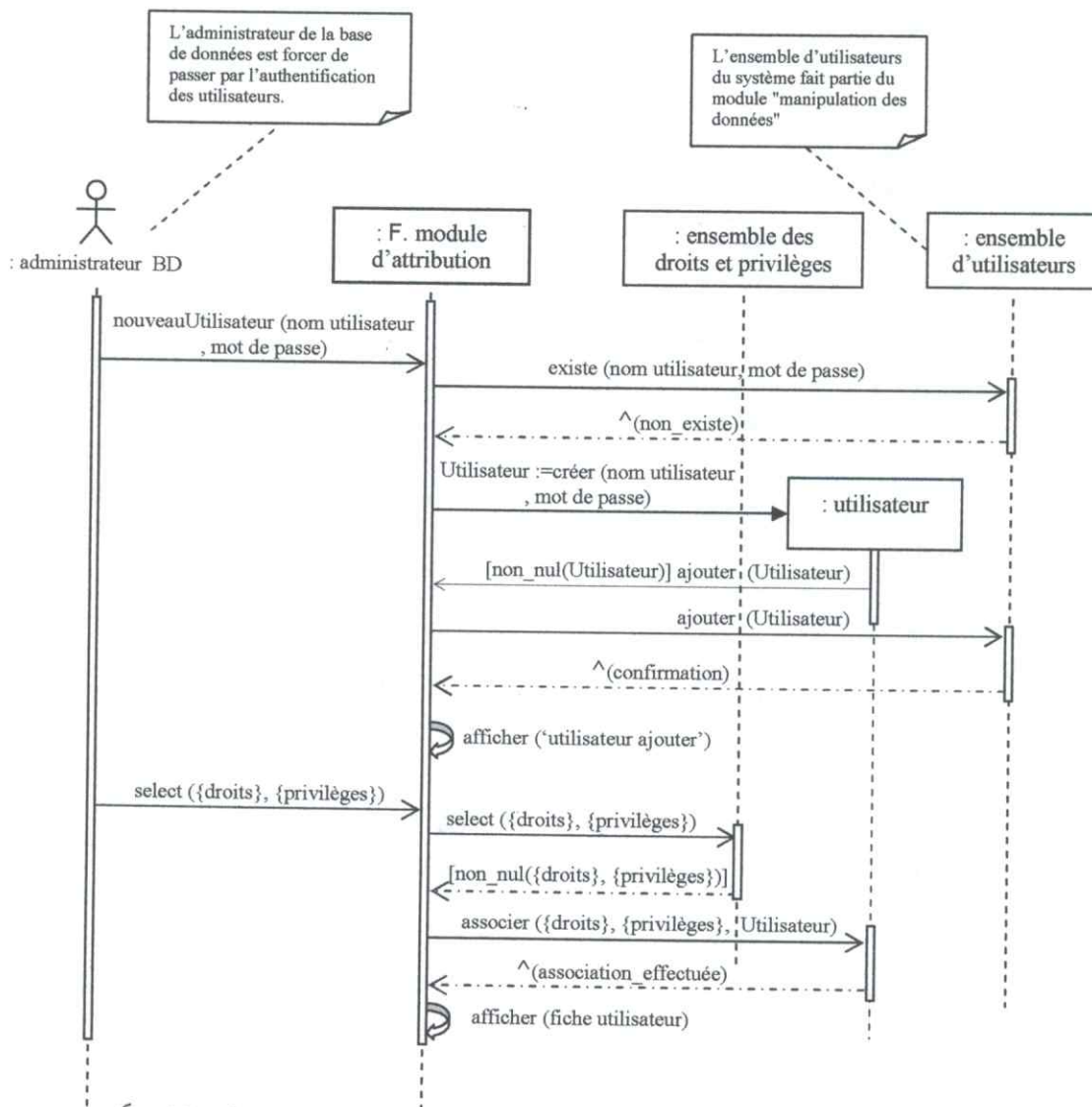


fig.40 : diagramme de séquence " attributions droits / privilèges "

- d. **recherche** : le diagramme de séquence suivant donne une vision sur les échanges établis entre le manipulateur et la fenêtre de recherche *F. module de recherche*

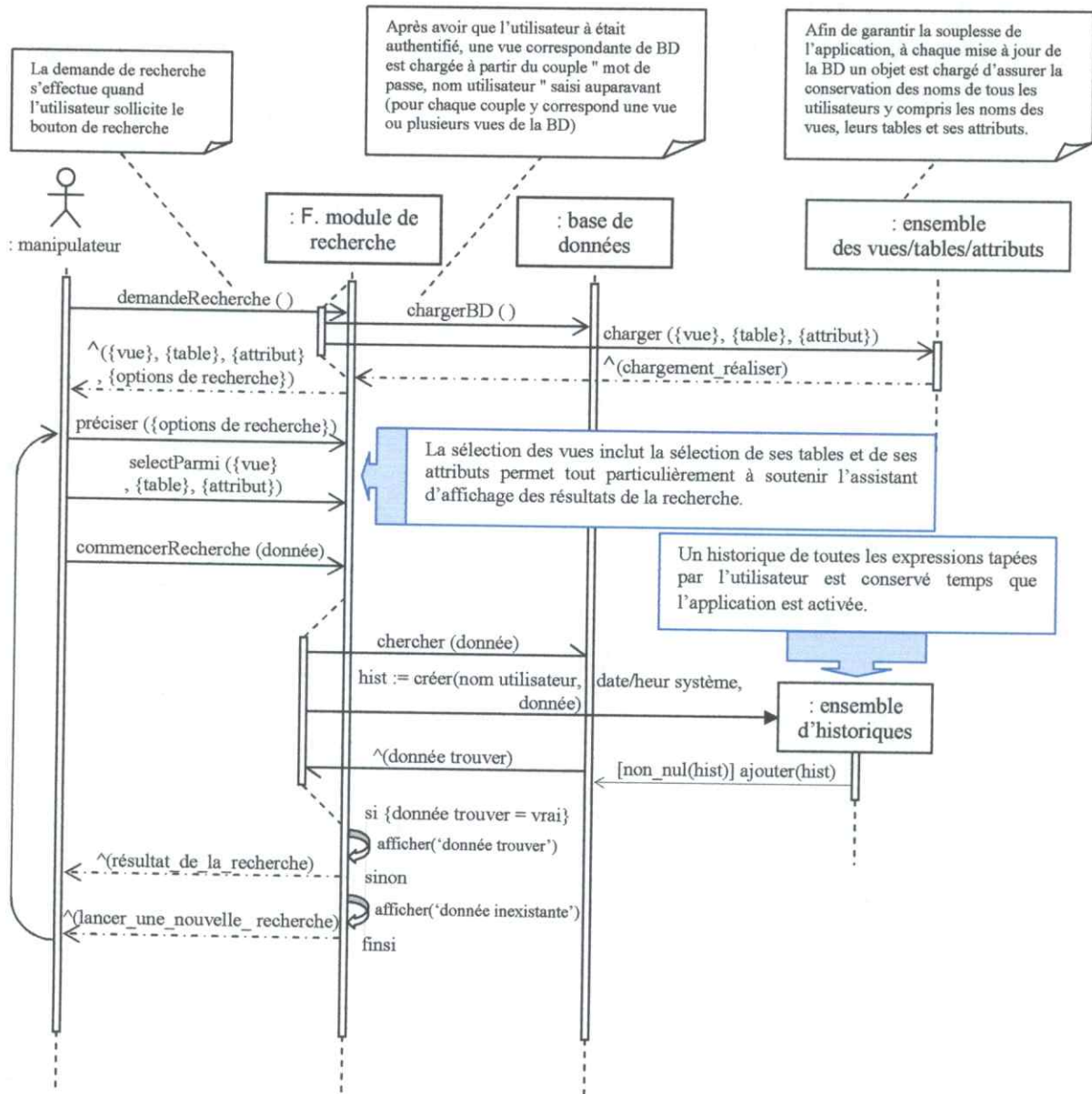


fig.41 : diagramme de séquence " recherche "

- e. **saisi et transfert de données** : le diagramme de séquence ci-après regroupe en particulier les opérations d'ajout de modification et de suppression qui implique le décideur et le responsable de saisie, Sans oublier la fenêtre de transmission de données *F. module de transmission de données*, qui s'occupera et répondra à toutes les sollicitations communiquées par le responsable de saisie.



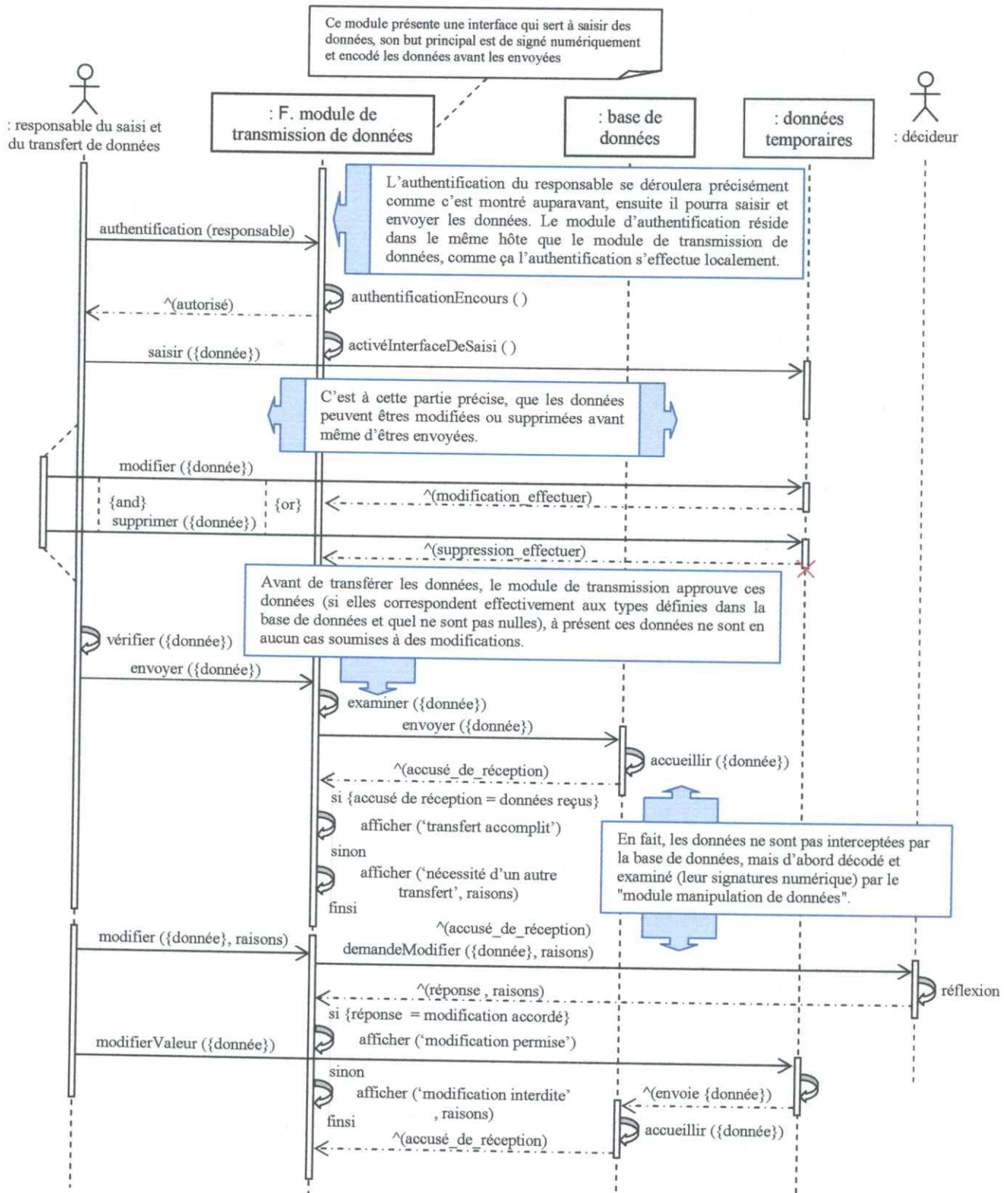


fig.42 : diagramme de séquence " transmission, modification, suppression, ajout "

- f. **générateur de rapport** : le dernier des diagrammes de séquence accomplit le tous dernier des besoins du décideur, celui de créer des rapports sur les affectations établit. De plus il nous montrera comment le décideur est l'utilisateur se communique avec La fenêtre des rapports *F. générateur de rapports*.

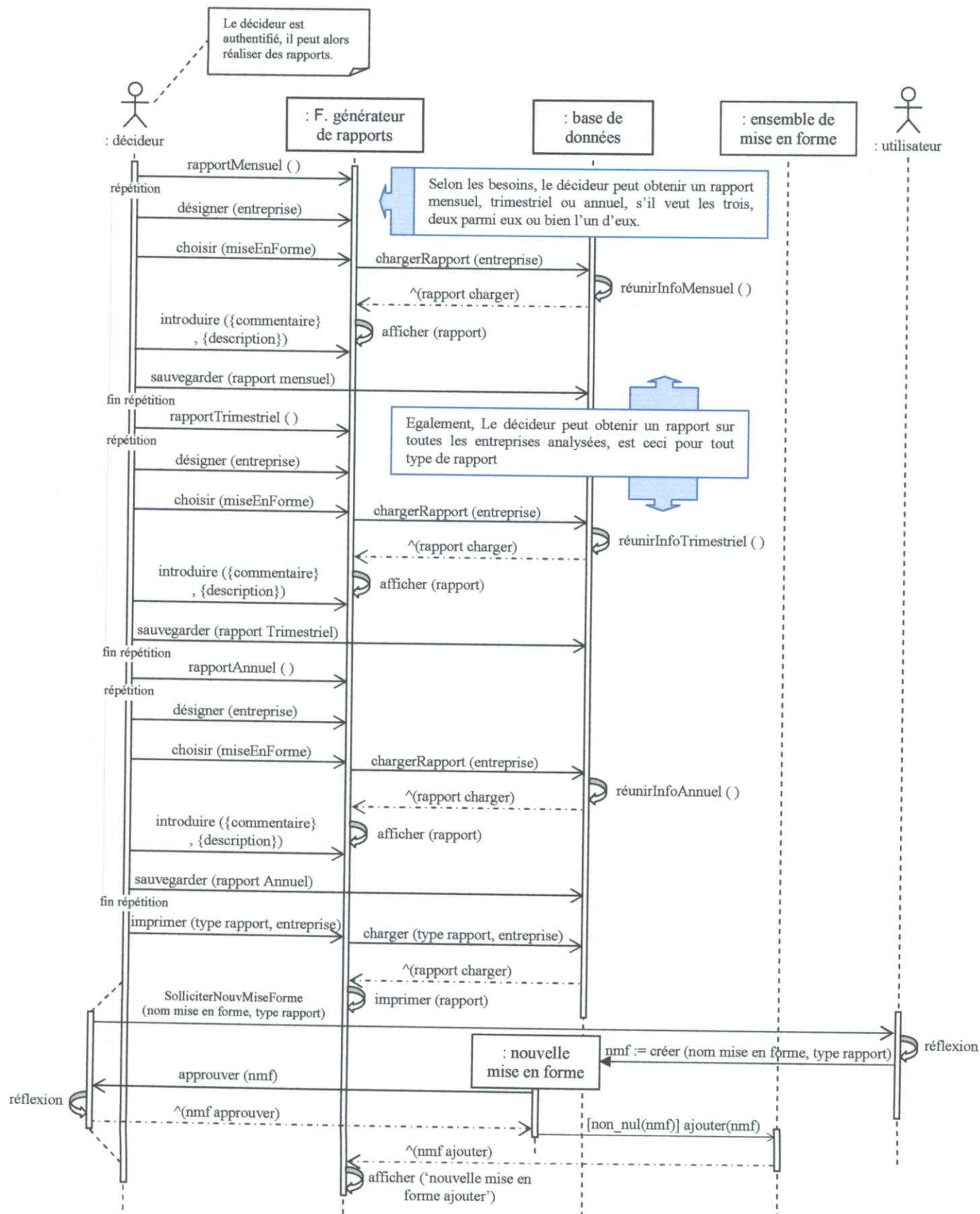


fig.43 : diagramme de séquence "générateur de rapports"

IV.3.2. diagramme d'activité :

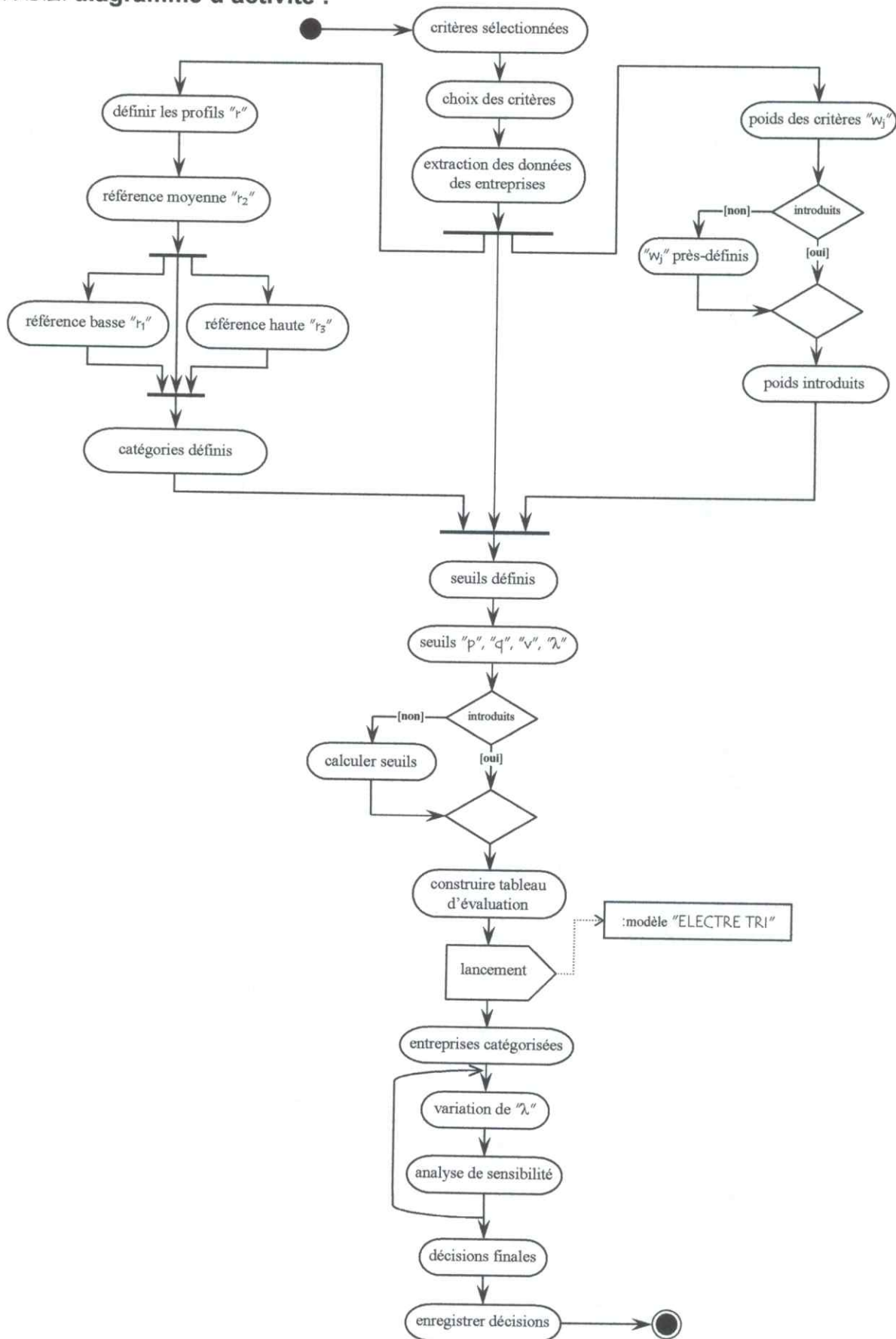


fig.44 : diagramme d'activité "affectation"

Le diagramme activité "affectation" représente les principaux états que doit entreprendre le décideur pour exploiter au mieux la procédure (la procédure étant bien sur Electre Tri) d'affectation du module base des modèles, on remarque que ces les mêmes étape décrit dans le diagramme de séquence.

1. **acquisition des données** : à cette étape, le décideur précise la période souhaité de l'évaluation des sociétés.
2. **choix des critères**: cette étape consiste en la définition des critères sur lesquelles repose l'évaluation des entreprises. Ces critères sont de nature quantitative (les ratios financiers,...), on peut introduire dans le futur des critères qualitative.
3. **construction du tableau d'évaluation**: après avoir sélectionné les critères, défini les catégories et introduit les poids relatifs aux critères, un tableau d'évaluations sur les divers critères retenus est construit.
4. **lancement du modèle**: c'est l'étape de traitement des données par le modèle. Dans notre cas, le modèle utiliser est la méthode Electre Tri.
5. **analyse de sensibilité**: l'objectif de cette étape est d'observer l'influence de la modification des nombreux paramètres fixés lors de l'exécution du modèle "Electre Tri" sur les résultats obtenus. Ceci consiste à faire varier les paramètres et relancer le modèle. Cette idée de variation des paramètres et d'intervention progressive est à la base des méthodes multicritères.
6. **mémorisation des résultats**: l'une des caractéristiques des SIAD est d'enregistrer les résultats des traitements qui vont servir de base pour une utilisation future (générer des rapports), et/ou comme historique. Ainsi cette étape va mémoriser les décisions prises par le décideur.

### IV.3.3. diagramme des classes détaillée :

Tout au long, de notre progression dans la conception, de nouveaux besoins ont étaient introduits, ce qui a enrichi considérablement le diagramme des classes préliminaire.



## Chapitre IV : processus de développement du système

Une description sur les diagrammes de classes est décrite dans le tableau suivant :

Classes	Attributs/Méthodes	Description	Type
activité	a	quantité	quantité réelle (produite, vendue, importe), liée a la nature de l'entreprise
	a	capacité	quantité théorique
affectation	a	type procédure	permet de savoir le type de procédure utiliser : <b>optimiste</b> ou <b>pessimiste</b>
agrégat	a	code agrégat	code numérique relatif au code comptable
	a	designation agrégat	nom complet de l'agrégat
avoir	a	valeur	valeur correspondante au critère
	m	certification	permet de savoir si la valeur du critère est certifiée ou non (certifiée ou non certifiée)
biens	m	setValeur( )	modifié la valeur détenue par le critère
	a	n°ordre	code numérique rassurant la distinction des biens
	a	dénomination	description du bien de la société
	a	adresse bien	ensemble de renseignements permettant de situer le bien
	a	superficie batiment	mesure de la surface du bâtiment
	a	superficie nues	mesure de la surface nues
	a	superficie terrain	mesure de la surface du terrain
	a	date d'acquisition	date d'achat du bien
	a	titre detenu	avec ou sans titre
	a	observation	ensemble de renseignements permettant de situer le bien
catégorie	a	nom catégorie	il peut avoir la valeur : <b>très performante</b> ; <b>performante</b> ; <b>assez peut performante</b> ; <b>peut performante</b>
concerne	a	valeur profil	valeur correspondante au profil
	m	setProfilValue( )	modifier la valeur du profil du critère correspondant
critère	a	code critère	code identifiant individuellement chaque critère
	a	nom critère	le nom du critère
	a	sens	information précisant la nature du critère (croissant ou décroissant)
période	a	date debut	la date début du période
	a	date fin	la date fin du période
domicile par	a	n°compte	n°compte bancaire
	a	valeur critère	valeur calculer à partir des agrégats, correspond à g(a)
données multicritère	a	seuil preference	seuil relatif au critère définissant la préférence d'un critère par rapport au profil
	a	seuil indifference	seuil relatif au critère définissant l'indifférence entre le critère et le profil
	a	seuil veto	seuil relatif au critère exprimant le veto par rapport au profil
	a	seuil credibilite	seuil relatif à l'ensemble de critères définissent la crédibilité de l'affectation d'une entreprise
	m	setCriterValue( )	opération qui permet de calculer la valeur du critère
information bancaire	a	affetaion( )	lancement du modèle (Electre Tri) avec ces deux procédures optimistes et pessimiste.
	a	nom banque	nom de la banque, <b>exp</b> : BEA, BNA, BADR, CPA
	a	nom agence	nom de l'agence, <b>exp</b> : el Harrach, Amir Ouche
partenariat	a	adresse agence	ensemble de renseignements permettant de situer l'agence
	a	intitule projet	nom du projet viser par le partenariat
	a	part	pourcentage détenu par le partenaire
	a	modalite	signifie le mode du partenariat, créer de nouvelles unités ou bien la privatisation
	a	objet partenariat	description du projet du partenariat
	a	montant investissement	montant investi pour ce partenariat
	a	capacité production	capacité de production pour ce projet
	a	emploi créés	emploi créés par ce projet
	a	apport partenaire	apport financier, technologique ou les deux
	a	niveau maturation	degré de concrétisation du projet : (en production ou en cours de maturation ou autres)
produit	a	reference produit	référence symbolisent le type du produit et
	a	designation produit	nom commercial du produit
	a	unite mesure	unité mesure relatif à ce produit
produit distribué	a	quantité vendue	la quantité vendue
produit fabriqué	a	capacité production	la quantité maximale de production
	a	quantité produite	la quantité effectivement produite
produit importé	a	pays importation	le ou les pays où produit est importé
	a	quantité importée	la quantité effectivement importé
profil	a	code profil	désigne l'un des profils (r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub> , r <sub>3</sub> )
	a	nom profil	il peut avoir l'un des valeurs : <b>haut</b> , <b>moyen</b> ou <b>bas</b>
	a	id rapport	un identifiant permettant de référencer les différents types de rapports
rapport	a	type rapport	il peut être : un <b>rapport mensuel</b> , <b>trimestrielle</b> ou <b>annuel</b>
	a	contenu	communs au même type de rapport
	m	newRap( )	création d'un nouveau type de rapport
	m	alterRap( )	modification d'un rapport
reporting	a	createRap( )	instanciation d'un type de rapport
société	a	commentaire	commentaire sur l'affectation des entreprises introduit par le décideur
	a	abreviation	un acronyme de l'entreprise, <b>exp</b> : gpec, gepnac, enpc...
	a	nom societe	nom complet de la société.
	a	filiere	chimie ou pharmacie
	a	nature	production, distribution ou recyclage
	a	type	groupe, EPE ou filiale
	a	adresse societe	ensemble de renseignements permettant de situer la société
	a	statut juridique	société par action (spa)
	a	boite postale	le numéro de la boîte postale de l'entreprise, <b>exp</b> : 452/453
	a	code postal	le numéro de la code postal de l'entreprise, <b>exp</b> : 16000
	a	email	adresse électronique de l'entreprise, <b>exp</b> : www.gephac@yahoo.com
	a	date creation	date création de la société
	a	n°registre	le numéro de registre de l'entreprise, <b>exp</b> : 0017357/b/02
	a	n°article d'imposition	le numéro d'article d'imposition, <b>exp</b> : 16176847055
	utilisateur	a	fax
a		tel	le ou les numéros de téléphone de l'entreprise
m		newCompany( )	permet de crée de nouvelles entreprises
a		nom utilisateur	le nom de l'utilisateur du système
a		mot de passe	le mot de passe associé au nom d'utilisateur
a		liste mot de passe	liste des mots de passes définis par l'administrateur pour une utilisation ultérieure
m		setNoun( )	modifier le nom de l'utilisateur
m	setPassword( )	modifier le mot de passe de l'utilisateur	
m	setList( )	modifier la liste des mots de passe	

Nb: "a" signifie : attributs, et "m" : méthodes

Tableau.2 : description des diagrammes de classes

IV.3.3. conclusion :

Les diagrammes de séquence décrivent plus précisément l'organisation du système pour la prise en compte des événements extérieurs. Nous avons mis en évidence des objets interfaces et de contrôles pour indiquer comment se fait cette prise en compte et comment s'organise le contrôle de l'activité.

IV.4. conception détaillée :

Dans la conception, nous avons mis en évidence une première structure logique du système. L'objectif de la conception détaillée est de définir l'architecture physique du système informatique par un "diagramme de déploiement".

IV.4.1. diagramme de déploiement :

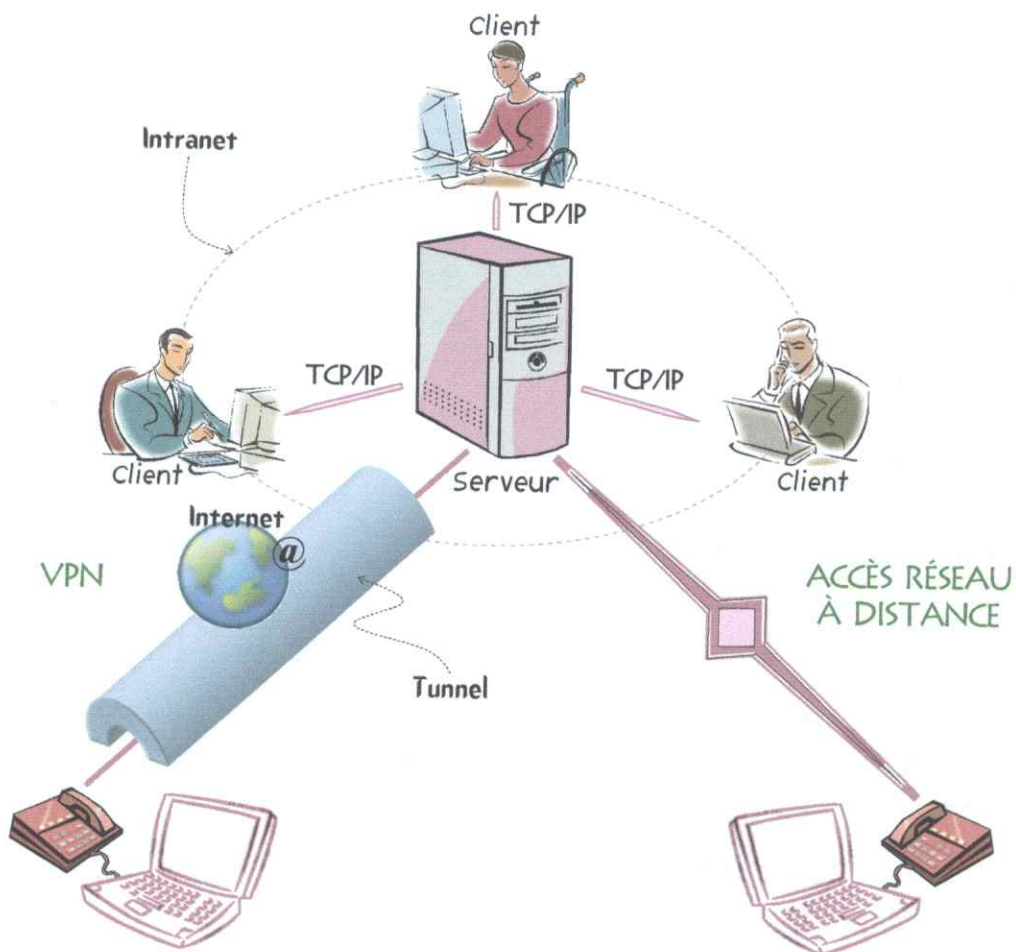


fig.46 : diagramme de déploiement "selecto"

Le diagramme de déploiement met en évidence les éléments physiques reliés par des arcs symbolisant ainsi des supports de communications entre les éléments logiciels de notre système.

Le système exploite :

- un réseau intranet basé sur l'architecture "client/serveur".
- plusieurs postes clients interconnectés entre eux via le réseau intranet.
- le serveur joue un double rôle, qui est à la fois un serveur de base de données oracle, et un serveur distant.
- les postes interrogent le serveur via un protocole de communication TCP/IP.
- Il existe deux types de connectivités d'accès à distant :
  - a. en utilisant un réseau téléphonique public qui nécessite un modem, ou une carte RNIS pour l'appel du serveur distant.
  - b. un VPN (réseau privé virtuel) en se connectant d'abord à Internet, puis une connexion VPN cryptée et virtuelle est créée.



### IV.5. implémentation :

Après avoir fait une étude détaillée sur les différents cas d'utilisations. Nous entamons la phase d'implémentation en utilisant, un SGBDR « Oracle8i » pour l'implémentation de la base de données, et « java jbuilder7 » pour implémenter les composants et ses interfaces, et les exploités sur un réseau conçu pour fonctionner sur un environnement *client/serveur*.

#### IV.5.1. les produits utilisés de Oracle :

Les principales sous produits de Oracle que nous avons utilisées dans la réalisation et l'implémentation de l'application de notre projet, sont :

- DBA Studio : il représente l'espace de travail pour la création des base de données, il permet d'administrer :
  - a. des instances, notamment leurs initialisations, leurs démarrages et leurs arrêts.
  - b. des schémas, notamment les tables, les index et les objets de Oracle8i.
  - c. la sécurité, notamment les comptes utilisateurs, les rôles et les privilèges.
  - d. le stockage, notamment les espaces disque logiques, les fichiers de données et les segments d'annulation.
- Assistant Net8 : il permet de configurer les aspects réseaux :
  - a. *affectation de noms* : permet de définir des noms simples pour identifier l'emplacement d'un service, tel que la base de données.
  - b. *méthodes de résolution de nom* : permet de configurer les descripteurs de connexions.
  - c. *module d'écoute* : permet de créer et de configurer des modules d'écoute pour répondre aux requêtes des clients.
- SQL\*plus : une interface interactive permettant d'envoyer des requêtes SQL et PL/SQL à la base de données. SQL\*plus nous à permet principalement de :
  - a. exécuter les déclencheurs (*triggers*) de contrôle pour assurer l'intégrité des données.
  - b. paramétrer l'environnement de travail.
  - c. la modification des tables et enregistrements.
  - d. formatage des résultats.

### IV.5.2. Java :

Java est un langage objet au concept assez nouveau. Il a été développé par Sun Microsystems vers 1994. Le premier but de Java était de se pencher sur les difficultés des programmeurs à développer sur différentes plateformes, ce qui nécessitait toujours un travail important pour la portabilité des sources.

La manière d'écrire les instructions en Java est importante. Le langage Java est sensible à la casse (*case sensitive*). Ainsi, les spécifications du langage Java précisent que la fonction principale doit être appelée `main( )` et non `Main( )` ou `MAIN( )`.

### IV.5.3. les programmes Java :

Java permet de créer deux types de programmes:

1. Les applications: programmes tels qu'on les connaît, c'est-à-dire s'exécutant dans le système d'exploitation à condition d'avoir installé une machine virtuelle java. Voici ce à quoi ressemble une application Java :

```
public class Nom_du_programme
{
    public static void main (String args[ ])
    {
        System.out.println ("Hello World");
    }
}
```

2. Les applets: prononcez applettes, et traduisez appliquettes, Il s'agit de petites applications destinées à fonctionner sur un navigateur. Ainsi une applet a un champ d'action beaucoup plus réduit qu'une application pour des raisons de sécurité (une applet ne peut par exemple pas accéder au système sur lequel elle s'exécute. Voici un exemple d'applet :

```
public class Nom_de_l_applet extends java.applet.Applet
{
    public void paint (Graphics g)
    {
        g.drawString("Hello World",20,40);
    }
}
```

#### IV.5.4. les points forts de java :

Le principal avantage du Java est qu'il permet de créer des applications utilisables par tous les systèmes d'exploitations existants, et ce sans régénérer son code, Java fonctionne sur une machine virtuelle (programme qui réalise le traitement du code).

- Il est donc très facile de développer une application et de la distribuer, ce qui nous à attirer le plus vers java.
- Java est muni en standard d'une riche bibliothèque de classes couvrant tous les domaines d'applications existants et permettant ainsi de développer toute sorte de projets de manière rapide et efficace, sans "réinventer la roue".
- la possibilité d'implémentée naturellement, de faire du multitâche (en particulier une tâche pour surveiller et une tâche pour calculer).
- la possibilité de sérialiser c'est à dire de sauver un objet dans son état. Cela permettant, par exemple, d'arrêter les calculs pour les continuer plus tard !
- finalement la possibilité, pour un utilisateur qui n'a pas de code source, de compilateur ou même de connaissances Java, d'inclure des ressources d'autres personnes.

#### IV.5.5. ODBC :

ODBC signifie Open Database Connectivity. Il s'agit d'un format propriétaire défini par Microsoft permettant d'établir une communication entre les clients et les bases de données fonctionnant sous Windows. Etant donné qu'il existe différents types de bases de données, et que chacune d'entre-elles possède sa propre façon de traiter les requêtes SQL et de renvoyer les résultats, ODBC permet d'obtenir des résultats identiques quelque soit le type de base de données, sans avoir à modifier le programme d'appel qui transmet la requête. ODBC n'est toutefois pas la solution miracle, étant donné d'une part qu'il ne s'agit pas d'une technologie libre (Microsoft la fait évoluer à son gré), d'autre part qu'il ne s'agit que d'une interface "alternative" à celle fournie par les constructeurs et compliquée à maîtriser.

### IV.5.6. connexion Java aux Bases de Données (JDBC) :

La technologie JDBC (Java DataBase Connectivity) est une API fournie avec Java (depuis sa version 1.1) permettant de se connecter à des bases de données, c'est-à-dire que JDBC constitue un ensemble de classes permettant de développer des applications capables de se connecter à des serveurs de bases de données (SGBD).

L'API JDBC a été développée de telle façon à permettre à un programme de se connecter à n'importe quelle base de données en utilisant la même syntaxe, c'est-à-dire que l'API JDBC est indépendante du SGBD.

De plus, JDBC bénéficie des avantages de Java, dont la portabilité du code, ce qui lui vaut en plus d'être indépendant de la base de données d'être indépendant de la plate-forme sur laquelle elle s'exécute.

### IV.5.7 description de l'architecture client/serveur:

#### a. un serveur :

Un logiciel *serveur* est un programme conçu pour le seul but, d'offrir un ensemble bien défini de services présents sous forme de données, de fichiers ou bien une connexion, fonctionnant ainsi sur une machine appelée elle aussi *serveur*. Le *serveur* reçoit des requêtes, il les traite et renvoie le résultat aux demandeurs (les *clients*), mais il doit être si puissant, pour offrir une performance meilleure et satisfaire toutes les demandes, seulement pour réaliser ça, il doit être sur un site avec un accès permanent.

#### b. un client :

Un logiciel *client* est un programme conçu pour exploiter les services offerts par le *serveur*, manœuvré par un utilisateur, il doit être capable de traiter et récupérer les informations depuis le *serveur*. Le *client* établit alors (au besoin) une connexion temporaire avec le *serveur*.

#### c. l'architecture client/serveur :

Décrit le fonctionnement coopératif entre le *serveur* et le *client*. Chaque application est composée de logiciel *serveur* et logiciel *client*. Pour un logiciel *serveur* on peut

avoir plusieurs logiciels clients développés dans différents environnements : *Unix*, *Mac*, *PC*, à condition qu'ils parlent le même langage, c'est-à-dire ils partagent un protocole commun sur le même réseau. Les services Internet sont conçus selon l'architecture client/serveur.

Il faut bien que tous les utilisateurs puissent accéder aux informations nécessaires et utiles pour leur travail, tant qu'ils sont autorisés. L'accès doit être géré par des règles de sécurité et de confidentialité, alors l'utilisateur il doit avoir un mot de passe et un identifiant d'utilisateur propres à lui, et à partir d'un seul poste de travail avec une simple interface choisie par lui.

Dans un environnement purement client/serveur, les ordinateurs du réseau, les clients ne peuvent voir que le serveur, c'est un des principaux atouts de ce modèle.

On trouve au niveau de la *SGP GEPAHC* : le serveur de base de données, où Oracle serveur qui se charge de gérer la base de données;

Au niveau inférieur (groupes et entreprises) Oracle client s'occupe de maître à la disposition des utilisateurs les données nécessaires à leurs besoins.

Notre système se compose de :

- un module de gestion des utilisateurs destiné à un client particulier qui se charge de l'administration de la base de données d'où son nom administrateur de base de données, il définit pour chaque utilisateur un nom, un mot de passe, ses droits et ses privilèges.
- un module d'affectation et générateur de rapports dédiés eux aussi aux clients particuliers (les décideurs). Les entreprises représentent le bas niveau, ils n'ont pas besoins d'avoir un module d'affectation.
- un module de manipulation (consultation des données), toléré pour tous les niveaux.



### IV.6. validation des cas d'utilisation :

Dans cette section des diagrammes de séquences sont présentés avec des copies d'écran pour illustrer l'activité de validation et pour être sur que les fonctionnalités du systèmes décrites dans les cas d'utilisation sont réalisées réellement par notre outil.

#### IV.6.1. validation du cas d'utilisation "affectation" :

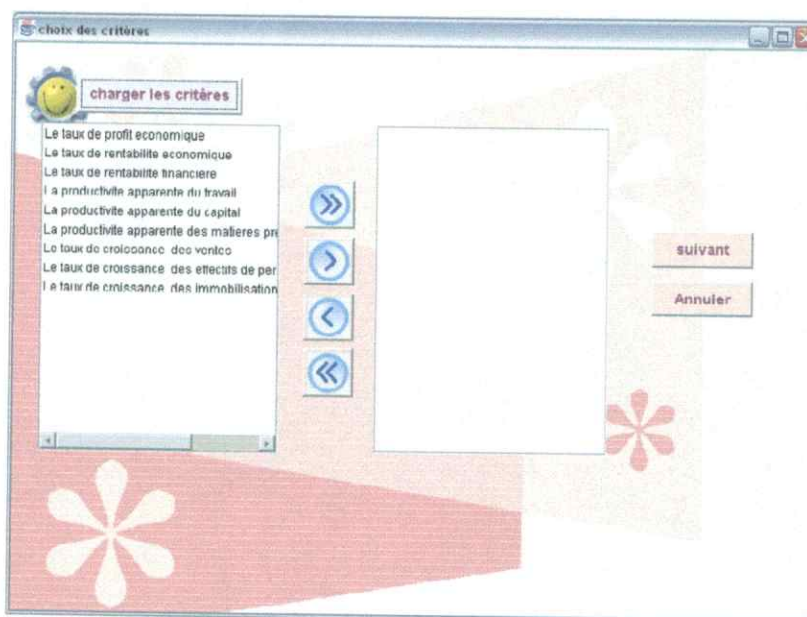


fig.48 : choix des critères

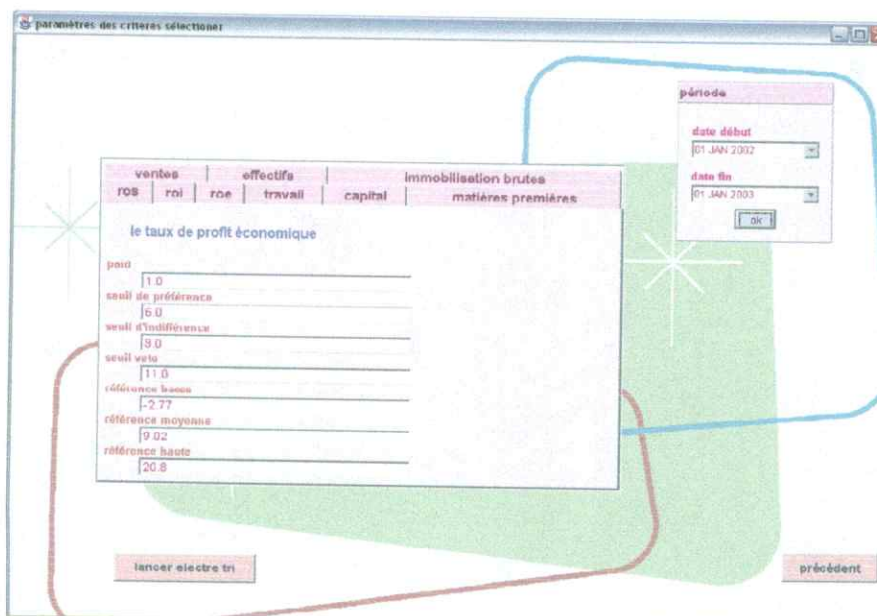


fig.49 : paramètres des critères sélectionnés

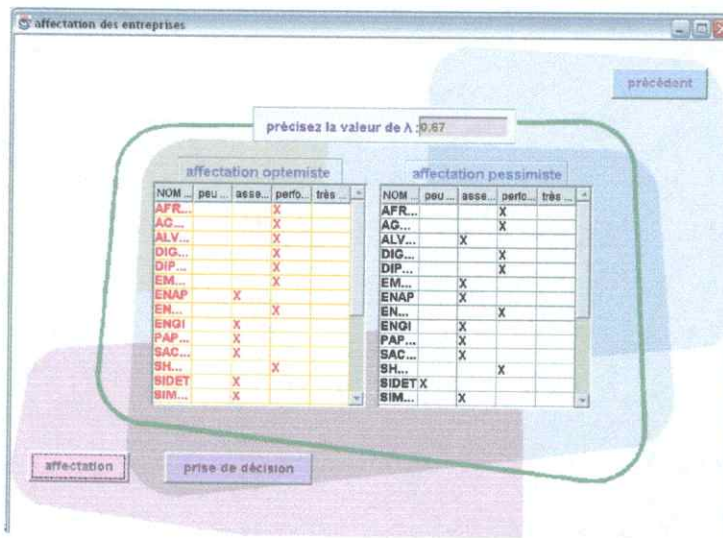


fig.50 : analyse de sensibilité

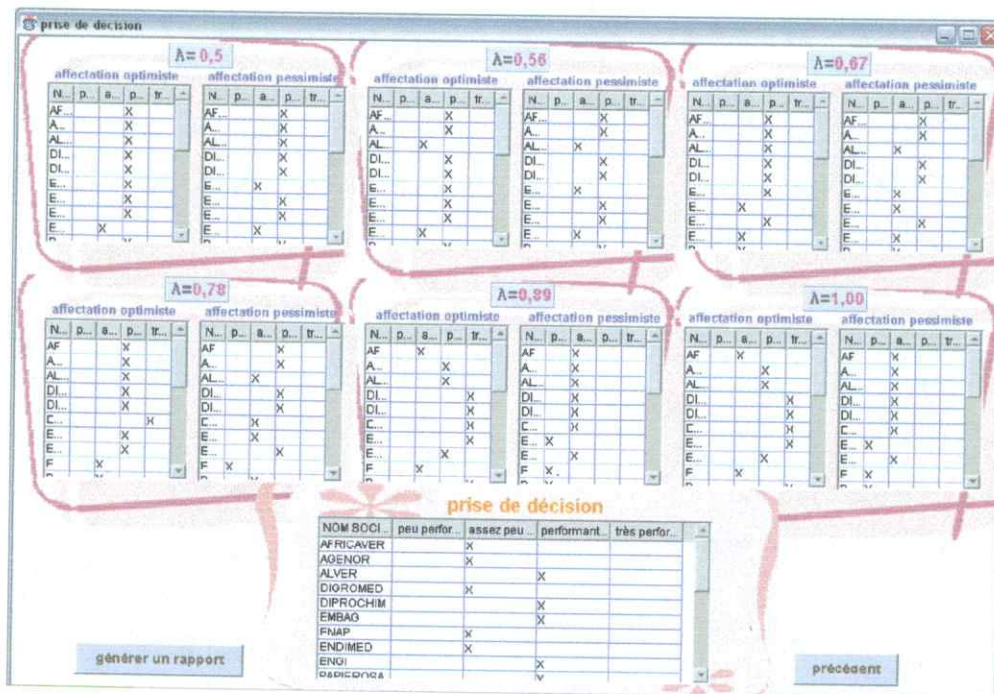


fig.51 : prise de décision



IV.6.2. validation du cas d'utilisation "authentification" :

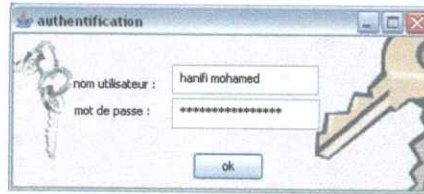


fig.52 : authentification

IV.6.3. validation du cas d'utilisation "générateur de rapports" :

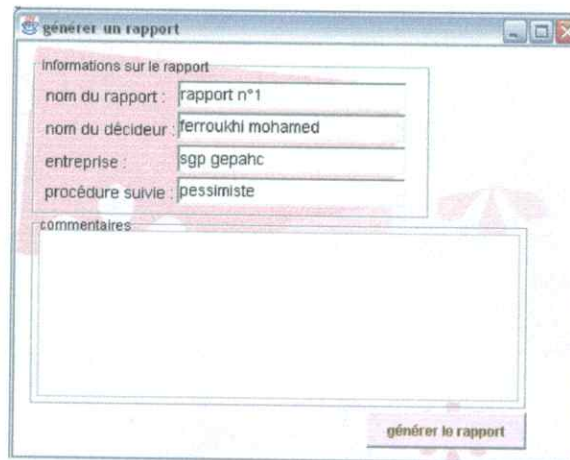


fig.53 : paramètre du rapport

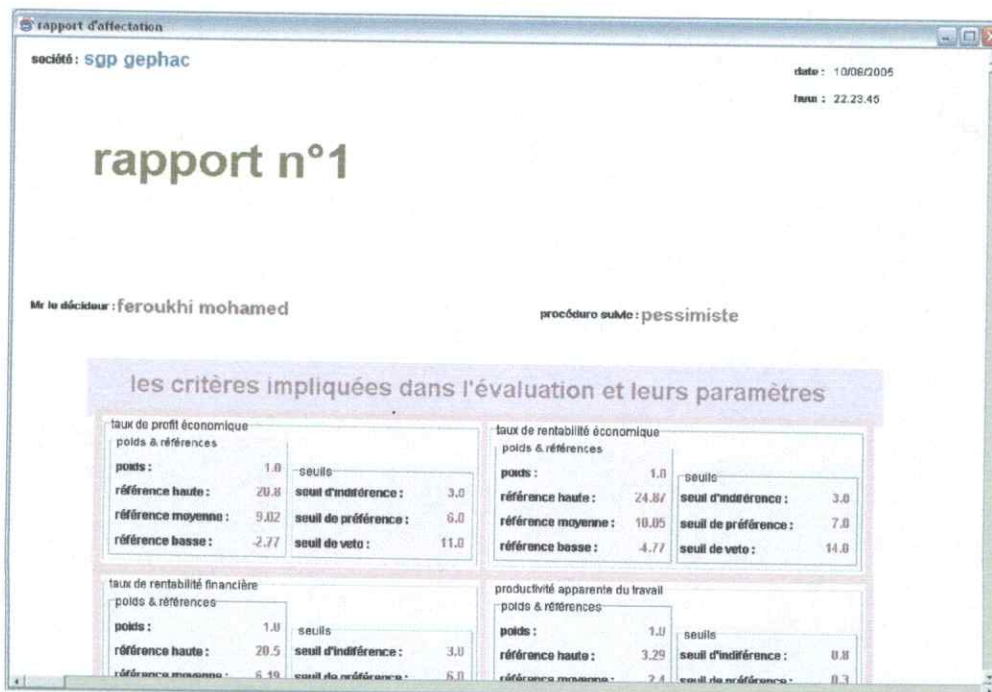


fig.54 : rapport d'affectation

IV.6.4. validation du cas d'utilisation "manipulation de données" :

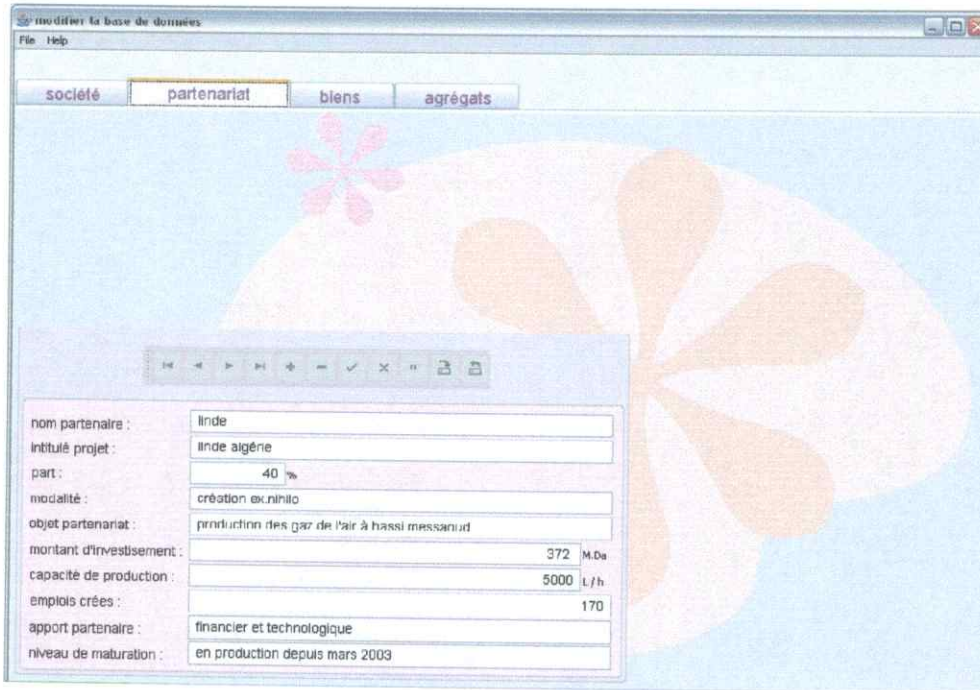


fig.55 : manipulation de données

IV.6.5. validation du cas d'utilisation "gestion des utilisateurs" :

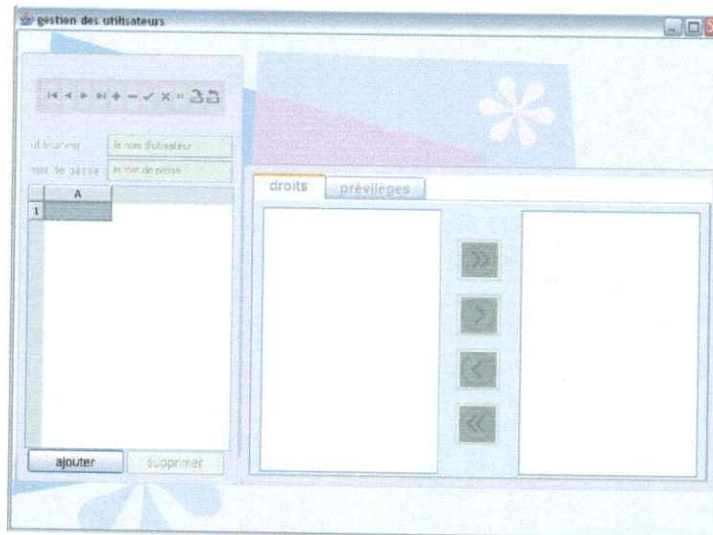


fig.56 : gestion des utilisateurs

### IV.6.6. validation du cas d'utilisation "saisi et transfert de données" :

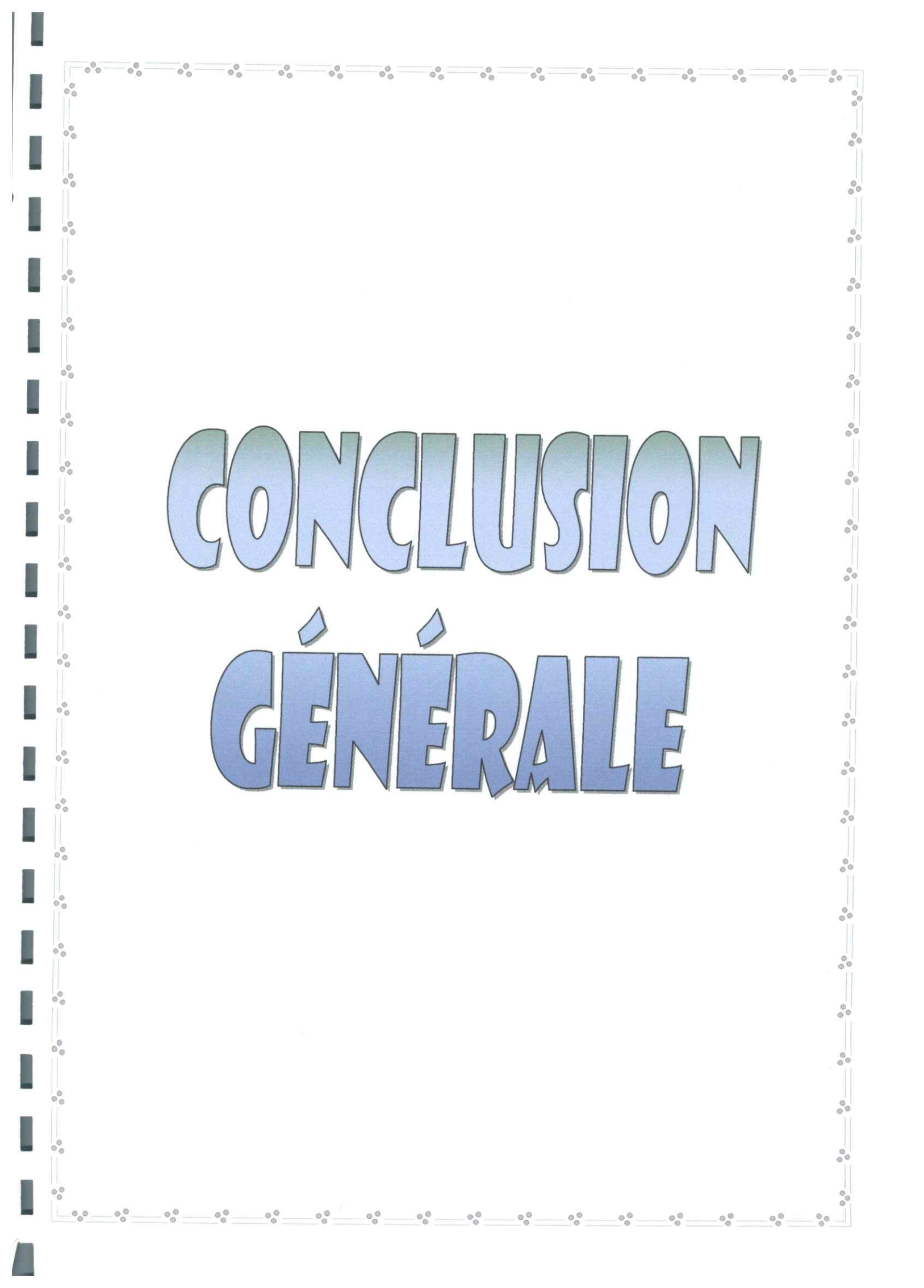
A screenshot of a software application window titled "saisi et transfert de données". The window has a menu bar with "Fichier" and "Help". Below the menu bar are four tabs: "société", "partenariat", "biens", and "agrégats". The "société" tab is active. The main area contains several data entry fields. On the left, there are fields for "société", "capital social", "nom société", "date de création", "tel.", "fax", "email", and "adresse". On the right, there are fields for "produit", "date", "désignation", "référence", "mesuré en", "capacité", "quantité", and "pays". At the bottom, there are fields for "banque", "agence", "n° de compte", and "adresse". The data entered includes: "société: qipec", "capital social: 3 701 000 000 DA", "nom société: I groupe Industrielle du papier et de la cellulose", "date de création: 08/11/1998", "tel.: 021-25-68-36", "fax: 021-25-68-37", "email: infoqipec@yahoo.fr", "adresse: route de la gare-alger", "banque: crédit populaire d'algerie", "agence: pas d'agence", "n° de compte: 0987456-2041-639-23", "adresse: alger centre".

fig.57 : saisie et transfert de données

### IV.7. conclusion :

Dans ce présent chapitre nous avons présenté, les étapes de développement de notre outil, en utilisant une démarche dans un environnement orienté objet à savoir la modélisation et la conception. Les logiciels objet sont plus extensibles, plus proches des utilisateurs, plus faciles à maintenir, mais ils restent toujours difficiles à réaliser. Dans le développement de notre outil le modèle en cascade représente la démarche suivie, et l'utilisation de la notation UML montre l'environnement.

Pour développer notre outil nous avons commencé par l'étape d'analyse, qui décrit les fonctionnalités et les éléments intervenants dans le système, pour cela nous avons eu recours aux diagrammes des cas d'utilisation et de séquences. Puis nous avons entamé la conception qui est l'étape la plus importante dans le processus développement de l'outil, elle commence par une conception globale suivie par une autre détaillée. L'étape qui se suit à pour but d'implémenter notre solution. Quant à la dernière étape, une validation sur l'outil est présentée.



# CONCLUSION GÉNÉRALE

# Conclusion générale

L'objectif principal de ce mémoire consiste en l'élaboration d'un système interactif d'aide à la décision basé sur les modèles multicritères pour l'évaluation des entreprises de la « SCP CEPHAC ».

La présence d'un processus de développement formalisé, bien défini et bien géré est un facteur de réussite d'un projet. Pour cette raison nous avons suivi le modèle en cascade, utilisant UML comme langage de modélisation.

Au cours de notre projet nous avons conçu une base de données dédiée au fonctionnement de notre outil et incluant les informations nécessaires aux décideurs, ainsi que les données liés au traitement du modèle (Electre Tri) ; nous avons aussi conçu les outils nécessaires à l'administration et la mise à jour de la base de données localement et à distance, tout cela pour atteindre l'objectif principal concevoir un (SIAD) qui permet grâce à son ergonomie, à un utilisateur sans connaissance préalable en informatique de le manipuler. Cet outil est simple, accessible et convivial d'utilisation, permet l'affectation des entreprises en catégories de la plus performante à la moins performante.

Ce projet très enrichissant nous a donné l'occasion de nous plonger dans un problème concret, ce qui nous a permis d'affiner les connaissances acquises lors de notre travail.

Le début a été difficile, ce qui est principalement dû à la multiplicité des concepts et des notations UML. Cependant, ces difficultés nous ont permis d'acquérir un esprit de synthèse, qui est loin d'être négligeable.

Ce projet nous a aussi permis de progresser en terme de rigueur, de méthodologie et aussi bien concernant la conduite de projet que la programmation. Le projet nous a de plus permis d'approfondir nos connaissances sur les SIAD, SQL, UML, et sur le langage JAVA, ainsi que le SCBD ORACLE.

Cependant ce travail a révélé un certain nombre de perspectives qui sont résumées en bas :

- ▣ l'ajout de nouveaux critères personnalisés par l'utilisateur et qui reflètent la situation choisie, ainsi que les profils qui permettent de créer de nouvelles catégories.
- ▣ l'extraction des données depuis différentes bases de données.
- ▣ extension de la base des modèles, par d'autres modèles pour optimiser la solution.
- ▣ accroître la sécurité du transfert de données par des algorithmes de cryptage et des certificats aux utilisateurs.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

# Bibliographie

## Ouvrages :

- [1] *Alain Checcroun*, « Comprendre, concevoir et utiliser les SIAD », *éditions Masson*, Paris, 1992.
- [2] *Pierre Gensse*, « Ingénierie Financière », *éditions Economica*, 1999.
- [3] *LY. Maystre, J. Pictet, J. Simos*, « Méthodes multi -critères Electre. Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. » *Lausanne, Suisse : Presses polytechniques et universitaires romandes*, 1994.
- [4] *Jean de Mongolfier, Patrice Bertier*, « Approche multicritères des problèmes de décision », *éditions Homes et Technique*, Paris, 1978.
- [5] *V. Mousseau, R. Slowinski*, « Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples », *Journal of Global Optimization*, vol 12, 1998.
- [6] *Pierre-Alain Muller*, « modélisation objet avec UML », *éditions Eyrolles*, 1997.
- [7] *Pierre-Alain Muller*, « modélisation objet avec UML », *éditions Eyrolles*, 2001.
- [8] *Bernard Roy*, « Méthodologie multicritères d'aide à la décision », *éditions Economica*, Paris, 1985.
- [9] *Bernard Roy, Denis Bouyssou*, « Aide multicritères à la décision: Méthodes et cas », *éditions Economica*, Paris, 1993.
- [10] *Robert Reix*, « Systèmes d'information et management des organisations », 2000.
- [11] *A. Schärli*, « Décider sur plusieurs critères, panorama de l'aide à la décision multicritère » » *Lausanne, Suisse : Presses polytechniques et universitaires romandes*, 1985.
- [12] *P. Vincke*, « L'aide multicritère à la décision », *éditions de l'Université de Bruxelles*, 1989.



## Mémoire et thèses :

[13] *Chadi Sassine*, « Intégration des politique de maintenance dans les système de production »,  
Thèse doctorat Ecole Polytechnique de Grenoble 1998.

## biblionet :

[14] *Gerard Colson, Keke Edgar*, « Évaluation multicritères de firmes avec des données imprécise »,  
Université de Liège. [www.ulg.ac.be](http://www.ulg.ac.be)

[15] *Sami Ben Mena*, « L'aide à la décision vue par un ingénieur ». <http://home.tiscalinet.be/SamiBM/>

[16] *Université libre de Bruxelles* « Méthodes d'aide à la décision ». <http://www.ulb.ac.be>.

# ANNEXES

L'implémentation de la méthode Electre Tri est résumé dans l'exemple suivant :

Le tableau 3 montre les performances des 23 entreprises. Toutes les valeurs de performance sont des moyennes de données annuelles portant sur la période de 5 ans. Les taux de croissance annuelle sont les moyennes des taux de la croissance observée d'une année par rapport à la précédente.

Dans le tableau 4, nous avons calculé pour chaque critère (chaque colonne du tableau 3) les moyennes, les écarts-types, les maxima et minima observés, l'étendue de la distribution des valeurs, et enfin les valeurs correspondant à 5% et 10% de cette étendue, afin de délimiter les seuils d'indifférence ( $q$ ) et de préférence ( $p$ ) des profils des références, qui sont les frontières entre catégories,

Le tableau 5 présente d'abord les profils des trois références-frontières. Il est clair que la première condition d'emploi d'ELECTRE TRI est respectée, puisque logiquement le profil  $r_3$  est partout supérieur au profil  $r_2$ , qui est lui-même partout supérieur à  $r_1$ .

Les paramètres, que nous avons voulu communs à ces trois profils, sont d'abord les informations intra-critères que sont les seuils d'indifférence ( $q$ ) et les seuils de préférence ( $p$ ). Nous les avons fixés respectivement égaux aux arrondis entiers de 5% et 10% de l'étendue des observations. Ils sont ensuite les informations inter-critères que sont les poids ( $w$ ) des critères et leurs vetos ( $v$ ). Ne voulant pas privilégier certains critères, nous leur avons attribué des poids égaux. Les vetos sont les arrondis entiers inférieurs des écart-types, qui sont les écarts inter-frontières des catégories. Dans une optique d'aide à la décision, le choix des vetos, des «  $p$  » et des poids «  $w$  » aurait dépendu des objectifs précis du décideur.

## Annexe 1

entreprise	Critères de rendement sur (Return On...)			Critères de productivité apparente (VA/.)			Critères de croissance Taux de croissance annuel des...		
	Ventes ROS	Invest. ROI	Actions ROE	Travail	Capital	Mat. premières	Vente	Effectifs	Immob. brutes
e1	4,08	6,32	-1,36	1,80	3,71	0,42	-22,82	-17,29	1,46
e2	29,45	14,67	12,84	3,15	0,85	0,98	-11,58	-26,23	33,74
e3	19,23	23,71	17,74	2,73	1,71	0,51	-5,01	4,37	14,32
e4	11,01	24,4	32,65	3,48	1,69	0,22	-4,52	1,84	24,17
e5	3,89	5,02	8,45	2,17	0,32	0,29	-4,67	4,02	57,09
e6	32,31	24,67	16,32	4,12	2,02	2,20	32,79	-5,81	55,26
e7	19,31	33,10	24,37	3,51	3,25	0,95	10,73	4,21	42,47
e8	20,20	25,78	3,70	2,76	3,87	1,20	-20,86	4,18	84,15
e9	8,67	17,05	13,76	3,94	3,76	1,24	-13,97	-0,98	41,17
e10	0,43	-6,19	-2,35	1,82	0,65	0,34	-28,69	-7,04	54,78
e11	12,38	-7,22	-16,96	2,11	2,59	0,48	-7,07	-2,08	66,35
e12	1,23	1,07	3,84	1,20	0,35	0,45	16,09	-4,93	86,03
e13	0,60	-4,11	-14,49	3,19	0,37	0,63	5,19	3,32	36,11
e14	5,49	2,86	-14,94	2,00	1,57	0,58	-12,4	-0,14	79,62
e15	1,56	2,86	16,4	1,16	4,11	0,55	-17,31	0,73	53,82
e16	6,18	8,47	8,37	1,83	3,58	0,30	-18,24	-1,79	46,73
e17	8,65	13,84	-0,93	2,15	1,02	0,26	-12,94	5,85	6,64
e18	6,49	6,61	-3,47	1,78	1,68	0,35	5,76	1,54	48,12
e19	16,84	16,83	-6,66	1,99	3,51	0,59	-8,22	-2,44	10,73
e20	-26,41	-28,94	0,21	1,56	6,48	0,51	-20,06	-2,52	52,24
e21	6,63	4,78	0,52	1,50	0,93	0,37	-1,47	4,47	39,3
e22	3,17	7,82	5,25	1,72	4,57	0,10	-3,60	4,17	39,25
e23	15,96	37,69	39,18	3,54	3,98	0,35	-13,11	5,83	46,55

Tableau.3 : Performances moyennes des entreprises

	ROS	ROI	ROE	Travail	Capital	Mat. premières	Vente	Effectifs	Immob. brutes
Moyenne	9,02	10,05	6,19	2,40	2,46	0,60	-6,78	-1,16	44,35
Écart type	11,78	14,82	14,30	0,89	1,66	0,46	13,96	7,62	22,93
Moy + écart type	20,80	24,87	20,50	3,29	4,12	1,06	7,18	6,46	67,28
Moy - écart type	-2,77	-4,77	-8,11	1,51	0,80	0,14	-20,74	-8,78	21,43
Maximum	32,31	37,69	39,18	4,12	6,48	2,2	32,79	5,85	86,03
Minimum	-26,41	-28,94	-16,96	1,16	0,32	0,1	-28,69	-26,23	1,46
Étendue = max - min	58,72	66,63	56,14	2,96	6,16	2,1	61,48	32,08	84,57
5 % de l'étendue *	2,9	3,3	2,8	0,1	0,3	0,1	3,1	1,6	4,2
10 % de l'étendue *	5,9	6,7	5,6	0,3	0,6	0,2	6,1	3,2	8,5

Nb: \* Ces statistiques d'étendue correspondent aux seuils d'indifférence (q) et de préférence (p) qu'on trouve au tableau 4.

Tableau.4 : Statistiques des performances par critère

Frontières		ROS	ROI	ROE	Travail	Capital	Mat. prem.	Vente	Effectifs	Immob. brutes
r <sub>3</sub>	supérieur	20,80	24,87	20,50	3,29	4,12	1,06	7,18	6,46	67,28
r <sub>2</sub>	moyenne	9,02	10,05	6,19	2,40	2,46	0,60	-6,78	-1,16	44,35
r <sub>1</sub>	inférieur	-2,77	-4,77	-8,11	1,51	0,80	0,14	-20,74	-8,78	21,43
Paramètres *		ROS	ROI	ROE	Travail	Capital	Mat. prem.	Vente	Effectifs	Immob. brutes
w	Poids	1	1	1	1	1	1	1	1	1
q	Indifférence	3	3	3	0,1	0,3	0,1	3	2	4
p	Préférence	6	7	6	0,3	0,6	0,2	6	3	9
v	Veto	11	14	14	0,8	1,6	0,4	13	7	22

\* Nb: q et p égaient, respectivement, 5% et 10% du champ du critère (en chiffres arrondis selon le renvoi 5).

Tableau.5 : Profils des frontières et leurs paramètres communs

### 1. une méthode naïve de rangement des entreprises par les sommes de rangs :

Acceptons d'appauvrir l'information pour y voir plus clair sur les positions relatives des entreprises, en passant d'une échelle de mesure cardinale de ratio à l'échelle ordinale de leurs rangs pour chacun des neuf critères. Les tableaux 6 et 7 nous donnent les résultats de cette opération de rangement complet des entreprises. Le tableau 6 suivant révèle la grande disparité des rangements, une entreprise n'étant pas uniformément supérieure à une autre sur tous les critères. En particulier, observons les entreprises premières et dernières dans chaque classement unicritère: L'entreprise 'e<sub>6</sub>' apparaît trois fois en tête, une fois par famille, et 'e<sub>23</sub>' deux fois: elles seront peut-être de bonnes candidates à un futur bon classement global tandis que 'e<sub>20</sub>' apparaît deux fois en queue et une fois en tête. Cette entreprise risque de se retrouver soit en tête soit plus probablement en queue de peloton, elle sera en tout cas une bonne candidate à une incomparabilité dans les futurs classements. On observera par ailleurs que la bonne productivité du capital de cette entreprise n'est pas nécessairement favorable, car elle peut être l'indication de sa sous capitalisation. Le tableau 7 Fournit, suite à la sommation des rangs, le classement global complet des 23 entreprises et ces mêmes classements pour chacune des trois familles de critère.

## Annexe 1

entreprise	Rendement			Productivité			Croissance		
	ROS	ROI	ROE	Travail	Capital	Mat.p	Vente	Effectifs	Immob.
e1	16	14	17	17	7	14	22	22	23
e2	2	9	8	7	19	4	13	23	18
e3	5	6	4	9	13	10	10	4	20
e4	9	7	7	2	6	2	17	14	14
e5	17	15	9	10	23	20	9	8	5
e6	1	4	6	1	12	1	1	20	6
e7	4	2	3	4	10	5	3	5	13
e8	3	3	13	8	5	3	21	6	2
e9	10	7	7	2	6	2	17	14	14
e10	22	21	18	16	20	18	23	21	7
e11	8	22	23	12	11	12	11	16	4
e12	20	19	12	22	22	13	2	19	1
e13	21	20	21	6	21	6	5	9	17
e14	15	17	22	13	16	8	14	13	3
e15	19	18	5	23	3	9	18	12	8
e16	14	11	10	15	8	19	19	15	11
e17	11	10	16	11	17	21	15	1	22
e18	13	13	19	18	15	16	4	11	10
e19	6	8	20	14	9	7	12	17	21
e20	23	23	15	20	1	11	20	18	9
e21	12	16	14	21	18	15	6	3	15
e22	18	12	11	19	2	23	7	7	16
e23	7	1	1	3	4	17	16	2	12

Tableau 6 : Rangs des firmes selon les 9 critères de performance

Global			Rendement			Productivités			Croissance		
Som.	entreprise	Rang	Som.	entreprise	Rang	Som.	entreprise	Rang	Som.	entreprise	Rang
49	e7	1	9	e7	1	10	e4	1	21	e7	1
52	e6	2	9	e23	1	10	e9	1	22	e5	2
63	e23	3	11	e6	3	14	e6	3	22	e12	2
64	e8	4	15	e3	4	16	e8	4	24	e21	4
78	e4	5	19	e2	5	19	e7	5	25	e18	5
79	e9	6	19	e8	5	24	e23	6	27	e6	6
81	e3	7	23	e4	7	30	e2	7	29	e8	7
103	e2	8	24	e9	8	30	e19	7	30	e14	9
114	e19	9	34	e19	9	32	e3	9	30	e22	9
115	e15	10	35	e16	10	32	e20	9	30	e23	9
115	e22	11	37	e17	11	33	e13	11	31	e11	11
116	e5	12	41	e5	12	35	e11	12	31	e13	12
119	e11	13	41	e22	12	35	e15	12	34	e3	13
119	e18	14	42	e15	14	37	e14	14	38	e15	15
120	e21	15	42	e21	14	38	e1	15	38	e17	15
121	e14	16	45	e18	16	42	e16	16	45	e4	17
122	e16	17	47	e1	17	44	e22	17	45	e9	17
124	e17	18	51	e12	18	49	e17	18	45	e16	17
126	e13	19	53	e11	19	49	e18	18	47	e20	19
130	e12	20	54	e14	20	53	e5	20	50	e19	20
140	e20	21	61	e10	21	54	e10	21	51	e10	21
152	e1	22	61	e20	21	54	e21	21	54	e2	22
166	e10	23	62	e13	23	57	e12	23	67	e1	23

Tableau 7 : Classement global et par famille via la somme des rangs unicritères

Légende							
e1	AFRICAVER	e7	ENAP	e13	SIDET	e19	SODIGE
e2	AGENOR	e8	ENDIMED	e14	SIMEDAL	e20	SODIPEINT
e3	ALVER	e9	ENGI	e15	SIPLAST	e21	SOFIPLAST
e4	DIGROMED	e10	PAPIEROSA	e16	SOCOTHYD	e22	SOMIVER
e5	DIPROCHIM	e11	SACAR	e17	SODEOR	e23	3R-SANTE
e6	EMBAG	e12	SHYMECA	e18	SODER		

Dans le classement global, on constate que les quatre premières entreprises: 'e7', 'e6', 'e23' et 'e8', se détachent en performance de rang des trois suivantes: 'e4', 'e9' et 'e3', qui se détachent à leur tour d'un important groupe d'entreprises, dont 'e2' en tête et 'e12' en queue de peloton, et enfin, les trois dernières sont aussi détachées de ce peloton: il s'agit de 'e20', 'e1' et 'e10'. On peut affiner ces groupements par l'observation des classements dans les trois familles. Les observations les plus remarquables sont:

## Annexe 1

- 'e7', 'e6' et 'e8' ne descendent pas en dessous du sixième rang 'e6' est la plus homogène tandis que la faiblesse principale de e6 est sa perte d'effectif de 5,81% en moyenne par an (tableau 3) qui la place au rang 20 sur ce critère, tandis que 'e8' voit ses ventes chuter fortement. Il s'agit sans doute d'une rationalisation? On peut en tout cas attendre ces trois entreprises en excellente position ultérieurement.
- 'e2', qui est huitième au classement général est mieux classée en rendements et en productivités, mais vingt-deuxième en croissance, ce qui l'empêche d'être retenue comme candidate au groupe de tête ou au groupe de queue.
- 'e10' est toujours dans la queue de classement. Elle ne passe en position raisonnable (septième rang) qu'en taux de croissance des immobilisations. 'e1' a de faibles rendements et des décroissances catastrophiques mais s'améliore un peu en productivité.
- 'e20' reste contrastée, principalement par sa productivité du capital.

En définitive, cette analyse exploratoire nous conduit à pré-retenir trois catégories ordonnées de performances:

- La catégorie des entreprises candidates à la tête du classement des performances, 'e6', 'e7', 'e23' et, dans une moindre mesure 'e8'.
- La catégorie des entreprises candidates à la queue du classement des performances, 'e1', 'e10', 'e20', cette dernière ayant des performances contrastées.
- La catégorie restante intermédiaire des 15 entreprises candidates aux positions médianes, dont peuvent se détacher vers le haut les 3 entreprises: 'e3', 'e4' et 'e9', et tendre vers le bas les 2 entreprises: 'e12' et 'e13'.

## 2. La catégorisation par Electre Tri avec de vrais critères (ni seuils, ni veto) :

Rappelons que nous adoptons les mêmes poids ( $w=1$ ) pour les neuf critères et que, contrairement à la méthode exploratoire qui travaille par sous-familles et en comparant les entreprises entre elles, ELECTRE TRI travaille directement avec les neuf critères et en comparant les performances des entreprises à celles de trois profils multicritères «vulgaires», qui sont cependant des références internes aux données observées. Du fait qu'elles sont internes, ces références rendent sensée la comparaison possible entre les deux méthodes d'analyse, dans le cas des vrais critères et sans discordance.



## Annexe 1

Utilisant les deux procédures de classement, pessimiste et optimiste, nous avons balayé toute la plage  $[0,5,1]$  des seuils de coupe  $\lambda$  raisonnables. En l'absence de vetos et lorsque les critères ont même poids, ce seuil de coupe représente le nombre minimum de critères qui doivent être favorables au surclassement, dans la procédure pessimiste du moins. Dès lors nous avons vérifié que les seuils de coupe à examiner sont 1 (9 critères unanimes), 0,89 juste  $\geq$  8/9 (8 critères favorables), 0,78 juste  $\geq$  7/9 (7 critères favorables), 0,67 juste  $\geq$  6/9 (6 critères favorables), 0,56 juste  $\geq$  5/9 (5 critères favorables) et  $0,5 > 0,45$  juste  $\geq$  4/9 (4 critères seulement favorables). Bien qu'il corresponde à une minorité de critères favorables, ce dernier seuil (0,5) sera utilisé car il met en évidence la coïncidence possible des deux procédures de classement. Nous utiliserons aussi ces seuils dans les deux autres sections.

Le tableau 8 fait apparaître, entre autres, les points suivants:

Comme prévu, les classements optimistes méritent leur nom en remplissant davantage les catégories supérieures et en vidant même la catégorie  $C_1$  des entreprises peu performantes; le phénomène inverse a lieu pour les classements pessimistes qui vident la catégorie supérieure et remplissent fortement les deux catégories inférieures. Ces deux phénomènes sont amplifiés lorsque les exigences pour un classement élevé grandissent ( $\lambda$  croissant pour le pessimiste et décroissant pour l'optimiste). Les deux procédures voient leurs classements coïncider pour  $\lambda = 0,5$ : les entreprises 2 à 9 et 'e<sub>23</sub>' sont alors jugées performantes et les autres assez peu performantes. Ce dernier classement commun est cependant peu intéressant à cause de la faiblesse du seuil de coupe.

Nous intéressent aux classements stables pour toutes les valeurs de  $\lambda \geq 0,56$  ( $> 5/9$ ), qui impliquent une majorité de plus de 5 critères favorables et aux classements quasi-stables (stables pour quatre valeurs de  $\lambda$  sur cinq), nous observons:

- Les entreprises 'e<sub>6</sub>', 'e<sub>7</sub>', 'e<sub>8</sub>' et 'e<sub>23</sub>' sont considérées comme très performantes dès que  $\lambda \geq 0,67$  en procédure optimiste, et comme performantes pour cette valeur de  $\lambda$  et en dessous, soit pour maximum 6 critères sur 9 dans la procédure pessimiste. Nous

## Annexe I

retrouvons les résultats proposés à la section précédente, où ces quatre entreprises étaient candidates à la tête de classement.

- Les entreprises 'e1' et 'e10' sont peu performantes selon le classement pessimiste dès que  $\lambda \geq 0,67$ , résultats également attendus par la méthode des rangs,
- Un certain nombre d'entreprises restent, pour la plupart des valeurs de  $\lambda$ , stabilisées dans les catégories 2 et 3 intermédiaires: les entreprises 'e3', 'e5', 'e11', 'e13', 'e15', 'e16', 'e18', 'e19' sont performantes dans la procédure optimiste et les entreprises 'e4', 'e9', 'e16', 'e18' sont assez peu performantes selon la procédure pessimiste,
- Il n'y a pas d'accord entre les classements optimiste et pessimiste sur la stabilité de classement des mêmes entreprises, l'optimiste ne conservant que les deux catégories supérieures et le pessimiste les deux catégories inférieures.

Le caractère disjonctif du classement optimiste se marque bien par l'abondance des entreprises classées très performantes lorsque le seuil de coupe vaut 1, et inversement l'abondance d'entreprises dans la dernière catégorie de piètre performance se remarque alors pour le classement pessimiste. En fait, ces deux types de classement extrême sont à éviter.

En définitive, il semble qu'une valeur de  $\lambda \geq 0,67$  et inférieure à 0,78 utilise au mieux le potentiel de la méthode pour ces données, en fournissant des classements optimiste et pessimiste raisonnables, où les entreprises 'e6', 'e7', 'e8', 'e23' sont très performantes ou performantes et les entreprises 'e1', 'e10' sont assez peu performantes ou peu performantes selon qu'on est optimiste ou pessimiste.

Une dernière remarque sur les résultats d'ELECTRE TRI: le classement des entreprises ne s'effectue qu'entre catégories. Au sein d'une catégorie, les entreprises ne sont pas départagées et c'est pourquoi nous les avons présentées dans l'ordre des nombres naturels.



### 3. Influence de l'imprécision des données sur la catégorisation par Electre Tri :

Jusqu'à présent, nous n'avons pas tenu compte de l'imprécision des données de sorte que la catégorisation proposée est provisoire et illusoire jusqu'à un certain point, du fait de cette «fausse précision» des chiffres exploités.

Le tableau 9 nous montre les nouvelles catégorisations obtenues en appliquant ELECTRE TRI avec les seuils  $q$  et  $p$  proposés dans le tableau 5. Nous avons adopté les conventions de lecture suivantes: une croix présente dans une case indique que les seuils ont eu pour effet de vider cette case par rapport au tableau 8. Les cases bordurées signalent une nouvelle position de l'entreprise suite à l'introduction des seuils. Donc les autres cases ne manifestent aucun changement de position suite à la présence des seuils. Une observation rapide nous révèle que les seuils, donc l'imprécision des données, entraînent plutôt une hausse des affectations pessimistes dans les diverses catégories avec les effets principaux suivants:

- Le classement pessimiste laisse maintenant apparaître des entreprises dans la catégorie supérieure, davantage lorsque l'exigence diminue ( $\lambda$  décroît) y amenant les entreprises 'e<sub>6</sub>', 'e<sub>7</sub>', 'e<sub>8</sub>', 'e<sub>23</sub>'. Ces mêmes entreprises sont aussi montées dans cette catégorie selon le classement optimiste si  $\lambda = 0,5$ ,
- L'effet général pour le classement pessimiste est de faire monter de catégorie un certain nombre d'entreprises, pour plusieurs valeurs de coupe. Pour le classement optimiste, l'inverse se produit certaines entreprises ayant tendance à descendre de catégorie pour  $\lambda \geq 0,67$ . Curieusement ce dernier phénomène s'inverse en deçà de 0,67, les entreprises 'e<sub>8</sub>' et 'e<sub>23</sub>' montant en catégorie supérieure.
- Sans grande surprise, la présence des seuils augmente l'instabilité, puisque disparaissent plusieurs entreprises des classements stables; une exception notable est celle de 'e<sub>20</sub>' qui descend et se stabilise en catégorie pessimiste peu performante. Mais nous avons déjà observé le comportement particulier de cette entreprise qui est première sur un critère et très mal cotée sur les autres. Cette disparité explique aussi que le classement optimiste la considère très performante pour  $\lambda = 1$  et 0,89 et comme assez peu performante pour d'autres valeurs de ce seuil, tandis que le pessimiste la place toujours en catégorie peu performante, ce qui est plus raisonnable.

Catégories	Classements pessimistes					Classements optimistes						
	1	0,89	0,78	0,67	0,56	0,5	1	0,89	0,78	0,67	0,56	0,5
Entreprises très performantes							2	2				
							4	4	X			
					6	6	6	6	6	6	6	6
				7	7	7	7	7	7	7	7	7
					8	8	8	8	X	X	8	8
							9	9	X			
							12	12	12			
							14	14				
							20	20				
							22	X				
					23	23	23	23	23	X	23	23
	Entreprises performantes					2	2			2	2	2
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
					4	4			4	4	4	4
					5	5	5	5	5	X	5	5
			6	6	X	X						
7		7	7	X	X	X						
			8	8	X	X			8	8	X	X
			9	9	9	9			9	9	9	9
							10	10				
					11	11	11	11	X	X	11	11
							13	13	13	13	X	
					15	15	15	15	15	15	X	15
				16	16	16	16	X	X	16	16	
				17	17	17	17	X				
				18	18	18	18	X	X		18	
				19	19	19	19	19	X	19	19	
				22	22	21	21	X		22	22	
			23	X	X				23	X	X	
Entreprises assez peu performantes				1	1	1			1	1	1	1
				2	2	X						
			3	3								
	4	4	4	4								
			5	5	X	X				5		X
	6	6	X									
	X	X										
	8	8	X									
	9	9	X	X								
			10	10	10	10			10	10	10	10
			11	X	X				11	11	X	X
			12	12	12					12	12	12
			13	13	13						13	13
		14	14	14				14	14	14	14	
		15	15	15	X					15	X	
16	16	16	16	X	X			16	16	X	X	
		17	17	17				17	17	17	17	
18	18	18	18	18	X			18	18	18	X	
		19	19	X	X				19	X	X	
			20	20	20			20	20	20	20	
21	21	21	21	21	21			20	20	21	21	
22	22	22	22	X	X			21	21	22	X	
23	23	23						22				
Entreprises peu performantes	1	1	1	X								
	2	2										
	3	X										
	5	X										
	X	X										
	10	10	X	X								
	11	11	X									
	12	12	X									
	13	13	X									
	14	14										
	15	15										
	17	17										
	19	19										
20	20	20										
X	X											
X	X											

Par rapport au tableau 8, les nombres encadrés ont changé de classe et les X indiquent une disparition dans la classe

Tableau 9 : les classements pessimistes et optimistes des entreprises pour différents seuils de coupe (avec seuils et sans vetos = pseudo-critères de classements)

#### 4. influence des vetos sur les classements par Electre Tri :

Nous introduisons maintenant les seuils de veto et observons de la même manière les différences de classement par rapport à la situation précédente sans seuils, avec les mêmes conventions de lecture.

Les effets des vetos sont:

- Sans surprise, ils font descendre un certain nombre d'entreprises de catégorie pour le classement *pessimiste* et même parfois de deux catégories (cas de l'entreprise 'e<sub>8</sub>' qui de très performante n'est plus qu'assez peu performante). Il n'y a de nouveau plus d'entreprise qualifiée de très performante pour cette procédure *pessimiste*. Par contre le classement *optimiste* offre la curiosité de faire monter quelques entreprises, la majorité de celles qui bougent descendant cependant. En particulier, les entreprises 'e<sub>20</sub>', 'e<sub>23</sub>' et 'e<sub>11</sub>', 'e<sub>12</sub>', 'e<sub>13</sub>', 'e<sub>14</sub>', 'e<sub>15</sub>', 'e<sub>17</sub>' et 'e<sub>19</sub>' montent d'une catégorie *optimiste*,
- Les vetos stabilisent quelque peu les deux types de classement. Pour les *optimistes*, les entreprises 'e<sub>20</sub>' et 'e<sub>23</sub>' sont définitivement stabilisées en catégorie très performante, ce qui se comprend pour 'e<sub>23</sub>' mais pas pour 'e<sub>20</sub>', qui est d'ailleurs stabilisée en dernière catégorie par le classement *pessimiste*. Cette divergence contre-intuitive montre avec quelle prudence il faut utiliser le classement *optimiste*.

Annexe 1

Catégories	Classements pessimistes						Classements optimistes					
	1	0,89	0,78	0,67	0,56	0,5	1	0,89	0,78	0,67	0,56	0,5
Entreprises très performantes							2	2				
							4	4				
						x	6	6	6	6	6	6
				7	7	7	7	7	7	7	7	7
						x	8	8			x	x
							9	9				
							12	12	12			
							14	14				
							20	20				
							22					
Entreprises performantes						x	23	23	23	23	23	23
						x						
						x			2	2	2	2
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
						x			4	4	4	4
						x						
						5	5	5	5		5	5
				6	6	6	6					
	7	7	7									
									8	8	8	8
Entreprises assez peu performantes									9	9	9	9
Entreprises peu performantes												
Entreprises très peu performantes												

Par rapport au tableau 9, les nombres encadrés ont changé de classe et les x indiquent une disparition dans la classe  
 Tableau 10 : les classements pessimistes et optimistes des entreprises pour différents seuils de coupe (avec seuils et avec vetos )

## 5. En résumé et en conclusion :

Les classements finaux des entreprises dans trois catégories accessibles :

Selon le classement pessimiste :

On peut placer en catégorie performante l'entreprise 'e<sub>7</sub>', quel que soit le nombre de critères favorables retenus. Si on n'est pas très exigeant, on peut qualifier de même l'autre entreprise 'e<sub>6</sub>' et l'entreprise 'e<sub>9</sub>'. Par contre, il faut diminuer fortement l'exigence pour y classer l'entreprise 'e<sub>23</sub>', qui sinon est classée assez peu performante. Les plus faibles performances sont observées, pour toute valeur du seuil de coupe pour les entreprises e<sub>1</sub>, 'e<sub>2</sub>' et 'e<sub>20</sub>'. Les entreprises 'e<sub>3</sub>', 'e<sub>4</sub>', 'e<sub>5</sub>', 'e<sub>8</sub>', 'e<sub>16</sub>', 'e<sub>18</sub>', 'e<sub>21</sub>' et 'e<sub>22</sub>' sont assez peu performantes pour toute valeur du seuil de coupe; en diminuant les exigences, les entreprises de 10 à 15, 'e<sub>17</sub>' et 'e<sub>19</sub>' sont également dans cette catégorie assez peu performante. La catégorie pessimiste très performante s'est révélée inaccessible aux entreprises à cause de leurs profils de performance déséquilibrés.

C'est le classement final assez stable que nous retiendrons dans cette étude :

Nous ne conseillons pas, dans cette étude du moins, d'accorder trop d'attention au classement *optimiste*.

Il sert cependant à avertir de quelques disparités notables par rapport au classement *pessimiste*. C'est ainsi que la situation paradoxale de 'e<sub>20</sub>' a été relevée et expliquée.

Dès lors, il nous paraît important d'insister sur la prudence avec laquelle il faut considérer les résultats obtenus. Les raisons poussant à cette prudence ont été évoquées tout au long de notre analyse; ces résultats dépendent en effet dans une large mesure des données utilisées. Par ailleurs, si les résultats empiriques auxquels nous sommes parvenus ne sont pas en contradiction avec les tendances les plus généralement observées dans les travaux cités dans le travail de thèse de Makunza, nous devons considérer qu'ils n'en constituent cependant pas une confirmation incontestable. Il semble en effet que seule la réédition de telles études est susceptible d'éclairer le débat sur leur stabilité.



Quelques méthodes de surclassement :

Ces méthodes rentrent dans le cadre de l'approche du surclassement de synthèse (2<sup>ème</sup> A.O).

Dans ces méthodes, on procède en deux temps :

- comparaisons deux à deux d'actions potentielles ou de classement d'actions ;
- synthèse de ce qu'on a constaté précédemment.

Les méthodes de surclassement se différencient par leur façon de réaliser ces deux étapes.

Il en existe dans la littérature plusieurs, mais nous citerons principalement :

Electre I, Electre II, Electre III, Electre Is, Electre IV, Trichotomie et Electre tri.

**ELECTRE I :**

La méthode Electre I relève de la problématique  $\alpha$  (procédure de sélection). Le problème est posé en terme de choix de la " meilleur " action. Dans ce but et au moyen de la relation de surclassement  $S$ , il est nécessaire d'effectuer une partition de l'ensemble  $A$  des actions potentielles en deux sous ensembles  $N$  et  $A/N$  complémentaires tels que toutes action appartenant à  $A/N$  est surclassée par au moins une action appartenant à  $N$ . les actions éléments de  $A/N$  sont éliminées. Les actions appartenant à  $N$  sont incomparables entre elles, ce sont les actions sélectionnées.

La relation de surclassement  $S$  est construite en prenant appui sur une notion de concordance et une notion de discordance. L'hypothèse de surclassement sera acceptée si un test de concordance et un test de discordance sont satisfaits.

Le graphe de surclassement visualise la relation de surclassement pour l'ensemble des couples des actions. La théorie des graphes est ici utilisée pour représenter les relations de surclassement.

Le noyau du graphe est composé d'un ensemble de sommets tels que tous les sommets du graphe qui n'appartiennent pas au noyau (c'est-à-dire les actions du sous ensemble  $A/N$ ) sont surclassées par un sommet du noyau  $N$  au moins, et tels que les sommets du noyau  $N$  ne sont pas surclassées par aucun sommet de celui-ci.

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 meilleur " et il est constitué par des actions difficilement comparables.

Electre I est une méthode assez simple puisqu'elle est basée sur des concepts naturels tels que " d'accord/pas d'accord ". Néanmoins, le caractère très subjectif de certains paramètres importants de son algorithme est compensé par une analyse de robustesse très approfondie. La contrepartie de cet avantage (une analyse de la robustesse très approfondie) est que le résultat fourni est parfois peu net du fait des nuances faites par la méthode Electre I. Elle ne conduit pas, de manière générale, à la mise en évidence directe de la " meilleure " action potentielle.

L'utilisateur d'une telle méthode doit rester conscient du fait que le noyau, vu auparavant, ne renferme pas les meilleures actions mais en fait les actions les plus difficiles à comparer entre elles et parmi lesquelles se trouvent la " meilleure " action.

### **ELECTRE II :**

La méthode Electre II relève de la problématique  $\gamma$  (procédure de classement). Elle vise, en utilisant les relations d'ordre sur chacun des critères, à munir l'ensemble  $A$  des actions potentielles d'une structure de préordre total afin de faciliter le choix. En résumé, cette méthode  $A$  pour but de classer les actions potentielles, depuis les "meilleures" jusqu'aux "moins bonnes", en tolérant les ex aequo.

Dans un préordre (relation réflexive et transitive), des ex aequo sont possibles. Dans un ordre (relation réflexive, transitive et antisymétrique), il n'y pas d'ex aequo.

Un préordre total est un préordre dans lequel les éléments sont toujours comparables (incomparabilité exclue).

Un préordre partiel est un préordre dans lequel l'incomparabilité est permise.

Il faut remarquer qu'en problématique  $\gamma$ , il n'est pas tenu compte de la valeur intrinsèque de chaque action mais seulement de sa valeur relative par rapport aux autres actions.

Cette méthode utilise, tout comme la méthode Electre I, la relation de surclassement  $S$ .

Cependant, la distinction est faite entre deux sortes de surclassements :

- Les surclassements forts qui reposent sur des bases solides et sont donc avancés avec une grande certitude,
- Les surclassements faibles qui concernent ceux des surclassements qui sont sujets à caution.

L'exploitation des deux graphes (l'un fort, l'autre faible) s'opère selon un algorithme qui permet de classer les actions. Cet algorithme permet d'obtenir deux classements différents (ou deux préordres totaux différents) : surclassement fort, le graphe de surclassement faible n'étant utilisé que pour départager si possible les ex aequo.

A partir de ces deux préordres totaux, un préordre partiel est établi, ainsi l'intérêt de ces deux classements provient de leur effet sur des actions incomparables. Le point de départ d'Electre II est tout à fait différent de celui d'Electre I, il ne s'agit plus d'essayer de trouver la " meilleure " action, mais de classer toutes les actions de la " meilleure " jusqu'à la " moins bonne ".

Du même coup, les résultats sont plus tranchés que dans la précédente méthode. L'approche utilisée reste toujours la même, elle est fondée sur la concordance et la discordance. Cependant, les moyens utilisés pour exprimer ces notions sont enrichis par rapport à ceux d'Electre I et permettent de tenir compte de la volonté du décideur d'une manière plus fine. Une autre grande nouveauté d'Electre II est l'introduction de deux types de surclassements fort et faible, la méthode essaie ainsi de mieux respecter les nuances du réel. Enfin l'algorithme de classement est un important pas d'innovation. L'existence de deux préordres, établis d'une manière différente, offre la possibilité de se faire une idée de la solidité des résultats selon un angle de vue complémentaire à celui de l'analyse de robustesse : une action qui change énormément de rang entre les deux classements, direct et inverse, est une action qui peut difficilement se comparer aux autres.

### **ELECTRE III :**

La méthode Electre III relève de la problématique  $\gamma$  (procédure de classement) : son but est de classer les actions potentielles, depuis les " meilleure " jusqu'à la " moins bonne ".

Cette méthode suit les grands principes déjà énoncé dans la présentation de la méthode ELECTRE II (construction de la relation de surclassement, élaboration de deux classements antagonistes, synthèse d'un classement final). Il y a toujours, comme dans les deux précédentes méthodes, une hypothèse de surclassement, les notions de concordance et de discordance. Néanmoins, le changement apparaît dans la relation de surclassement qui comporte dorénavant une part de flou.

Désormais, il n'est plus nécessaire de classer les couples d'actions potentielles en une des trois catégories (surclassement faible, surclassement fort, pas de surclassement du tout).

En d'autres termes, la réflexion ne porte pas sur l'acceptation ou le rejet en bloc de l'hypothèse de surclassement, mais sur la crédibilité à accorder à cette hypothèse. Ceci est traduit par le degré de crédibilité de l'hypothèse de surclassement, qui varie de 0 à 1.

Une autre innovation importante d'Electre III consiste à introduire, pour chacun des critères, deux seuils dits d'indifférence et de préférence stricts. Ces seuils ont été définis de manière à tenir compte directement de l'incertitude qui entache plus ou moins les valeurs de la matrice des évaluations.

L'introduction des seuils permet l'apparition d'une nouvelle notion, celle de préférence faible. Ainsi, le nombre de situations possibles au terme d'une comparaison de deux actions selon un critère donné passe de 3 à 5. Un troisième seuil, le seuil de veto, est utilisé dans la concrétisation de la notion de discordance.

L'algorithme de classement qui permet l'élaboration de deux préordres antagonistes est fondé sur le niveau de signification du degré de crédibilité. Ce niveau exprime à partir de quelle valeur la différence entre deux degrés de crédibilité devient significative. La procédure de classement rappelle celle de la distillation : il est question de distillation descendant et de distillation ascendante.

Le résultat final est un préordre partiel, c'est-à-dire que les ex aequo sont permis et que l'incomparabilité est tolérée.

Electre III continue sur les traces d'Electre II. Néanmoins l'évolution se fait principalement vers deux directions, l'une favorable, l'autre défavorable :

Avantage : l'exploitation de plus en plus nuancée l'information.

Inconvénient : une complexité croissante et donc une difficulté de compréhension grandissante de la part du décideur.

Ainsi, il y a non seulement un indice de concordance qui caractérise le surclassement supposé d'une action par une autre, mais aussi des indices de concordance pour chaque critère relatif à ce couple d'actions.

Il n'y a plus de deux types de surclassement mais une multitude, ce qui permet de mieux saisir la réalité complexe.

Le classement en deux préordres différents se fait d'une manière plus subtile que dans la méthode Electre II. Le préordre final permet les incomparabilités entre actions.

Mais l'avancée la plus importante est sûrement l'introduction des seuils de préférence stricte et d'indifférence, ainsi que du seuil de veto exprime mieux la discordance.

En conclusion, Electre III est une méthode très complète " élégante " qui a le mérite d'exploiter l'information en sauvant un maximum de nuances des conclusions bien fondées.

En contrepartie, elle offre un maniement délicat et elle est pénalisée par sa propre complexité concernant la compréhension de la méthode par le décideur.

### **ELECTRE IS :**

La méthode Electre IS qui relève aussi de la problématique  $\alpha$  (procédure de sélection) est une adaptation de Electre I à la logique floue, permettant d'utiliser des pseudo critère (le S veut dire seuil).

Pour choisir la " meilleure " action potentielle, une partition des actions potentielles A en deux sous ensembles doit être réalisée, comme Electre I, c'est dans le noyau (sous ensemble des actions non surclassées) que se trouve la " meilleure " action.

Trouver une solution au problème que posent les circuits est difficile pour toutes les problématiques. Cette difficulté est encore renforcée dans cette problématique du fait du caractère " brutal " de l'attribution d'une action à l'un ou l'autre des deux sous ensembles, alors que les autres problématiques permettent un traitement plus différencié, soit en termes de préordres (problématique  $\gamma$ ) soit en termes d'affectation à une catégorie (problématique  $\beta$ ).

Electre IS permet de mieux cerner ce problème et offre des outils d'analyse permettant de connaître, pour chaque circuit maximal, son taux de cohésion interne (relations entre les actions le composant) et son taux de liaison externe (relation avec les autres éléments du graphe, action ou circuit).

Electre IS constitue une amélioration par rapport à Electre I, dans la mesure où elle permet l'utilisation de pseudo critères et de logique floue.

Dans sa version originale, cet intérêt est partiellement perdu par le fait que l'on a toujours recours à deux tests disjoints, un pour la concordance, l'autre pour la non discordance.

La seconde version, qui utilise des degrés de crédibilité, est à ce titre plus intéressante.

Cependant, la transformation de la relation de surclassement floue en une relation nette enlève de l'intérêt à cette version. Contrairement à l'exploitation minutieuse et précautionneuse des degrés de crédibilité dans Electre III et IV, elle nivelle beaucoup de nuances. Les indicateurs de stabilité des circuits, tant à l'intérieur des circuits qu'entre les circuits et les autres éléments du graphe sont forts utiles. Ces indicateurs permettent notamment de connaître la stabilité des circuits et donc d'anticiper l'effet d'une modification des relations entre les relations entre les actions.

### **ELECTRE IV :**

La méthode Electre IV qui relève aussi de la problématique  $\gamma$  (procédure de classement) témoigne d'une sophistication de plus en plus poussée.

Electre II et Electre III ont certes inspiré cette méthode mais, néanmoins, la plus grande originalité est qu'il n'y a plus de poids attribué à chaque critère. Ce changement fondamental est accompagné d'une grande nouveauté : l'abandon de l'hypothèse de surclassement, qui rend inutiles les notions de concordance et de discordance.

Electre IV utilise, comme Electre III, des pseudo critères, c'est-à-dire des critères associés à un seuil de préférence stricte et à un seuil d'indifférence. A partir de la matrice des évaluations, les actions sont comparées deux à deux. Cette comparaison s'effectue pour chaque critère, l'une des actions par rapport à l'autre selon un cas de figure déterminé. Le nombre de fois que chaque cas de figure particulier apparaît pour l'ensemble des critères est enregistré. Des règles simples, utilisant ces chiffres, permettent d'établir des relations de surclassement entre deux actions. L'établissement de ces règles se fait de telle manière qu'aucun des critères ne soit pas trop "négligeable". Cette notion, facile à comprendre mais un peu floue est depuis été

## Annexe 2



précisée sous l'appellation d'hypothèse de disparité limitée. La méthode admet plusieurs versions des types de surclassement :

- quatre niveaux dans la crédibilité du surclassement (4 types de relations).
- deux niveaux dans la crédibilité du surclassement (surclassement fort et faible).
- certaines des combinaisons intermédiaires.

A chaque type de surclassement correspond à un degré de crédibilité attribué d'une manière plus au moins volontariste. Ceci conduit à la construction d'une matrice des degrés de crédibilité contenant un nombre discret de valeurs possibles. Alors, à partir de ce moment là, la méthode *Electre IV* reprend le même principe utilisé par la méthode *Electre III* avec une distillation ascendante et une distillation descendante et enfin un classement final qui est aussi un préordre partiel.

### TRICHOTOMIE :

C'est une méthode conçue spécialement pour traiter des problèmes de tri (ou de segmentation). Celui-ci consiste à examiner la valeur intrinsèque des actions afin de proposer une recommandation appropriée pour chacune d'elles. Cette recommandation consiste à affecter chaque action à l'une des classes définies à l'avance.

La Trichotomie, comme son nom l'indique, trie les actions en trois classes (« bon », « douteux », « mauvais »), plusieurs actions pouvant définir une frontière. Ainsi, il faut construire un ensemble B, constitué de toutes les actions étalons « bonnes » et un ensemble M, comprenant toutes les actions étalons « mauvaises ». On étudie ensuite les surclassements qui existent entre les actions à classer et les actions étalons. Ces surclassements peuvent résulter de diverses procédures : algorithme de surclassement d'*Electre I, IV* ou *IS*.

### ELECTRE TRI :

La méthode *Electre Tri*, qui relève la problématique  $\beta$  (procédure d'affectation), pose le problème en termes d'attribution de chaque action à une catégorie pré définie. Des actions de référence sont utilisées pour segmenter l'espace de critères en catégories. Chaque catégorie est bornée inférieurement et supérieurement par deux actions

## Annexe 2



référence et chaque action de référence sert donc de borne à deux catégories, l'une supérieure et l'autre inférieure.

Cette méthode présente trois intérêts principaux qui permettent de :

- juger une action potentielle pour elle-même, indépendamment des autres actions potentielles. En ce sens, cette méthode juge chaque action potentielle sur sa valeur absolue (bien que relativement aux actions de référence prédéfinies).
- fixer une ou plusieurs valeurs de référence, par exemple des normes légales ou des résultats minimaux pour l'acceptation de candidats.
- considérer un nombre d'actions potentielles plus important que les autres méthodes Electre.

Avec la méthode Electre Tri, le nombre d'actions à comparer et à diviser par 20 par rapport à une autre méthode Electre. Cette méthode suit la même démarche que la méthode Electre III jusqu'aux degrés de crédibilité. L'affectation des actions à une catégorie est, bien entendu, spécifique. Pour déceler l'incomparabilité, deux procédures d'affectation distinctes, appelées optimiste et pessimiste, sont nécessaires.

Elles consistent à comparer chaque action potentielle avec les actions de référence en commençant par la plus contraignante puis la moins contraignante. Si les deux procédures affectent l'action potentielle à la même catégorie, elle est alors parfaitement comparable avec les actions de référence, sinon, en fonction de la différence entre les deux catégories auxquelles elle est attribuée, elle est plus au moins incomparable.

On adopte une segmentation multicritères simple, c'est-à-dire que les actions de référence sont parfaitement comparables entre elles.

Electre Tri est une méthode intéressante dans la mesure où elle permet une comparaison des différentes actions potentielles, non plus entre elles, mais par rapport à une référence stable. Elle est donc moins sensible que les méthodes relevant de la problématique  $\gamma$ . Elle permet également d'utiliser des valeurs de référence, lorsqu'elles existent. Encore faut-il qu'elles soient cohérentes pour former une action de référence.