

DOCUMENT DU LAMSADE

**Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision
(Université de Paris-Dauphine)
Unité Associée au C.N.R.S. n° 825**

ELECTRE III ET IV

ASPECTS METHODOLOGIQUES ET GUIDE D'UTILISATION

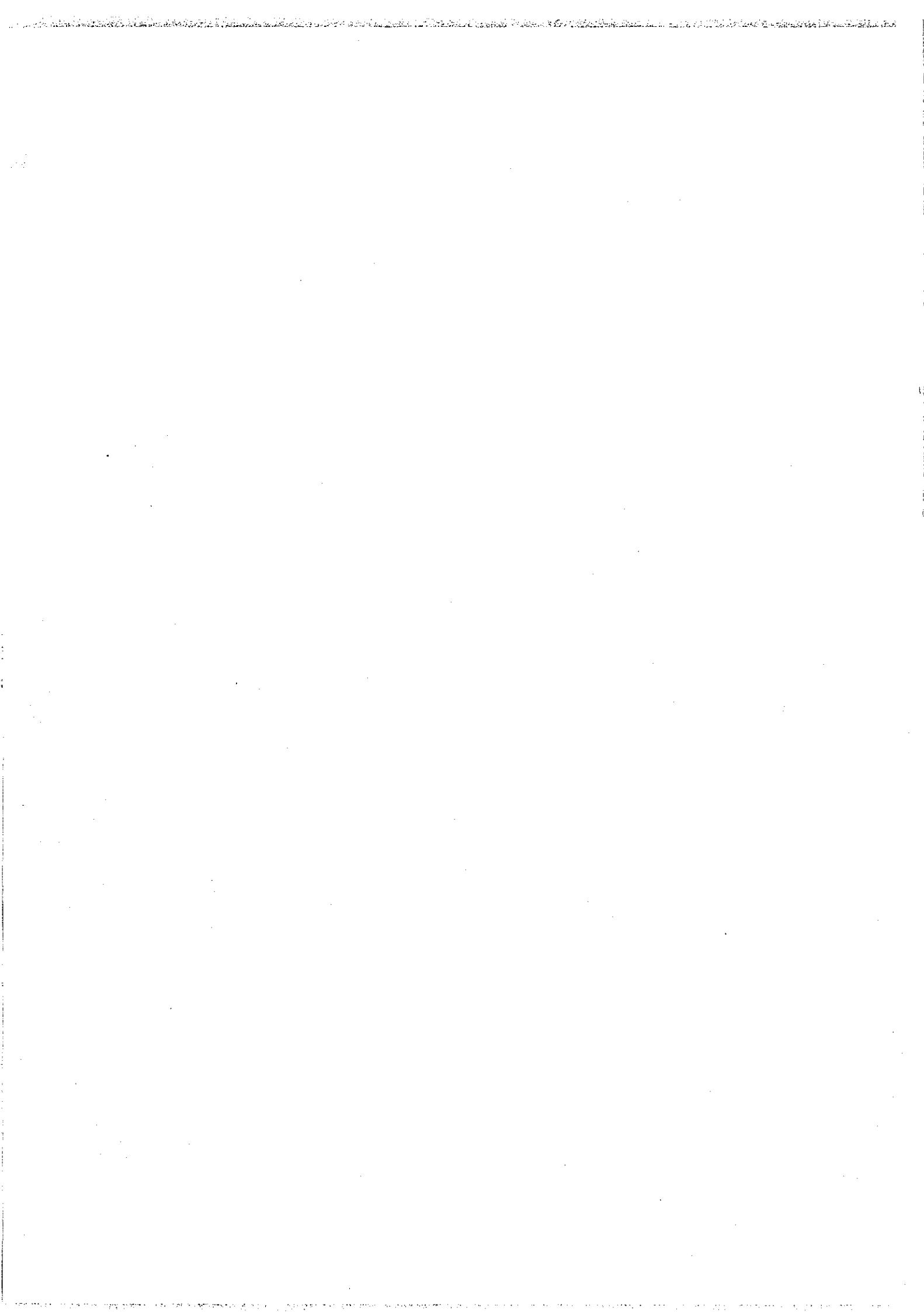
DOCUMENT N° 25

2e édition : J.M. SKALKA

octobre 1984 D. BOUYSOU

3e édition : Y.A. BERNABEU

octobre 1986



SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<u>ABSTRACT</u>	I
<u>RESUME</u>	II
I - <u>METHODE</u>	1
1.1 Présentation générale des méthodes	1
1.2 Les différents modes de construction du surclassement	1
1.2.1 Par le calcul des indices de concordance et de discordance (MODE 1) (ELECTRE III)	2
1.2.2 Par le biais des relations de surclassement emboîtées (MODE 2) (ELECTRE IV)	4
1.2.3 Par l'entrée directe des degrés de crédibilité (MODE 3)	4
1.3 Algorithme de classement	6
1.3.1 Principes généraux	6
1.3.2 Les résultats - Remarques	7
1.4 Construction du préordre intersection	7
1.4.1 Mode de construction	7
1.4.2 Les résultats finaux	9
II - <u>ARCHITECTURE ET UTILISATION DU LOGICIEL</u>	13
II.1 Le choix du mode d'utilisation	13
II.1.1 Architecture du programme	13
II.1.2 Les modules de traitement	14
II.2 Les données nécessaires à l'obtention du surclassement	15
II.2.1 En mode 1	15
II.2.2 En mode 2	15
II.2.3 En mode 3	15
II.3 Les seuils utilisés par l'algorithme de classement	16
II.4 Lecture des données	16
II.4.1 En traitement par lots	16
II.4.2 En mode conversationnel	23
II.5 Choix des options d'édition des résultats	24
II.5.1 En traitement par lots	24
II.5.2 En mode conversationnel	24

	<u>Pages</u>
<u>ANNEXE I : LES SEUILS</u>	25
1. Le concept de pseudo-critère	25
2. Les différents modes de calcul des seuils	27
3. Les seuils de veto	32
<u>ANNEXE II : ELECTRE III - CONSTRUCTION DE LA RELATION DE SUR-CLASSEMENT FLOUE PAR LE CALCUL DES INDICES DE CONCORDANCE ET DE DISCORDANCE</u>	35
1. Objectif et nature des données	35
2. Calcul de l'indice de concordance associé à chaque pseudo-critère	37
3. Agrégation des préférences partielles en une relation binaire floue unique	49
4. Calcul des indices de discordance	50
5. La relation de surclassement floue	58
6. Compléments sur les seuils inverses	60
<u>ANNEXE III : ELECTRE IV - CONSTRUCTION DE LA RELATION DE SUR-CLASSEMENT FLOUE PAR L'INTRODUCTION DES RELATIONS DE SURCLASSEMENT EMBOITÉES</u>	67
1. Objectif et nature des données	67
2. La relation de surclassement floue	70
<u>ANNEXE IV : ALGORITHME DE CLASSEMENT</u>	77
1. Objectif et nature des données	77
2. Principe général de l'algorithme	77
3. Exemple de référence	81
4. Résultats finaux	92
<u>ANNEXE V : JEUX D'ESSAIS ET RESULTATS</u>	97
Jeu d'essai numéro 1 - Exemple de référence ELECTRE III en conversationnel (MODE 1) - 8 actions, 4 critères, 1 jeu de poids	99
Jeu d'essai numéro 2 - Exemple de référence ELECTRE IV en conversationnel (MODE 2) - 8 actions, 4 critères - Edition du déroulement de la distillation	115
Jeu d'essai numéro 3 ELECTRE III en conversationnel (MODE 3) - Entrée directe des degrés de crédibilité - Matrice de comparaison par paire de 8 actions	133

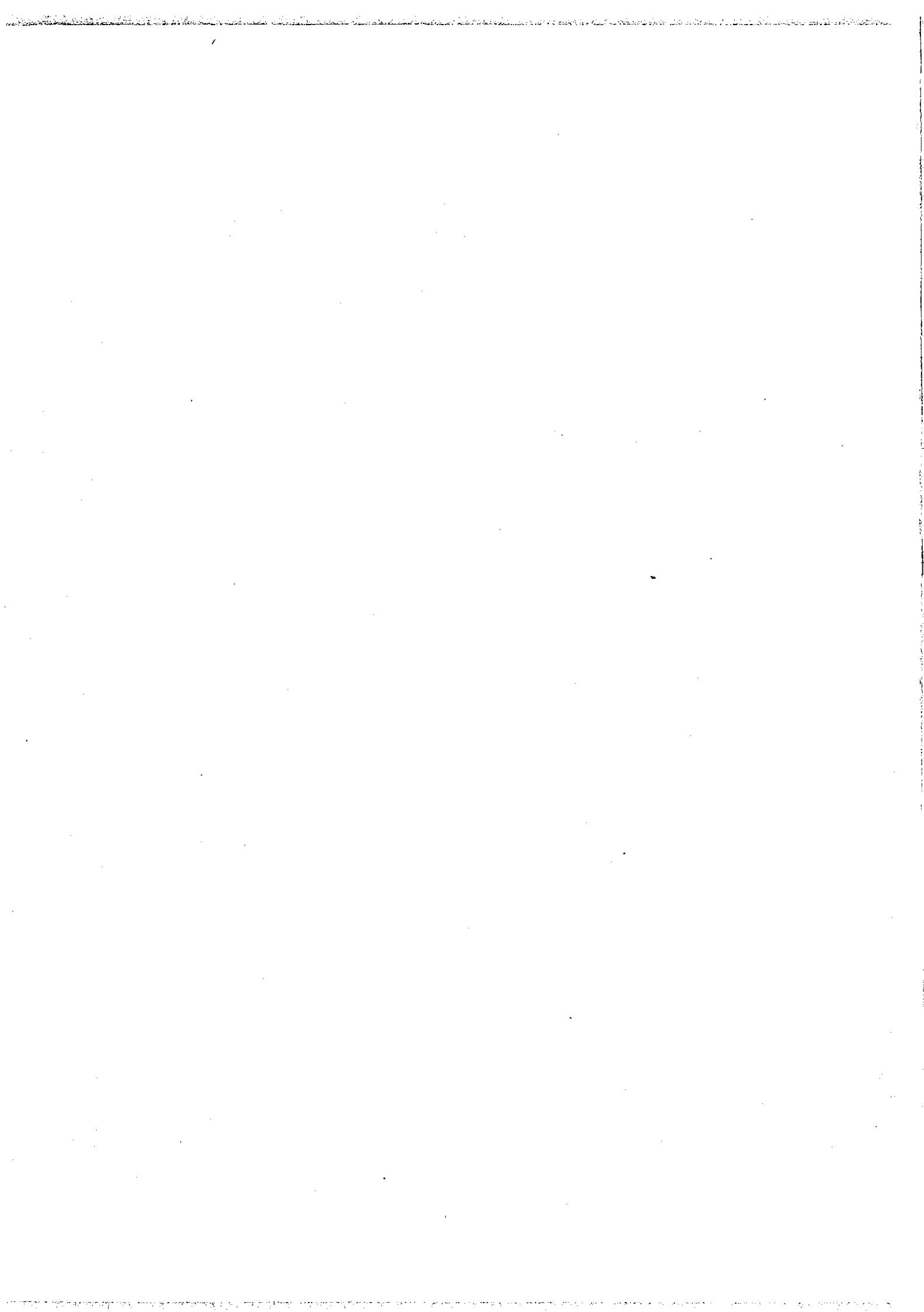
Pages

Jeu d'essai numéro 4
ELECTRE III en conversationnel (MODE 1) - 20 actions, 6 critères, 2 jeux de poids - Les données sont lues sur un fichier créé préalablement à l'exécution du programme 143

Jeu d'essai numéro 5
ELECTRE III en traitement par lots (MODE 1) - 12 actions, 4 critères, 2 jeux de poids, 2 jeux de seuils de veto 163

APPLICATIONS 177

BIBLIOGRAPHIE 179



ELECTRE III AND IV
METHODOLOGICAL ASPECTS AND A USER'S GUIDE
OF THE COMPUTER PROGRAM

ABSTRACT

B. ROY's ELECTRE III and IV methods are the most recent multicriterion methods based on the outranking concept. ELECTRE III starts with a finite set of actions evaluated on a consistent family of pseudo-criteria and aggregates these partial preferences in a fuzzy outranking relation. ELECTRE IV builds several non-fuzzy outranking relations when criteria cannot be weighted.

Two complete preorders are then obtained through a "distillation" procedure either from the fuzzy outranking relation of ELECTRE III or from the non-fuzzy outranking relations provided by ELECTRE IV. The intersection of these preorders indicates the most reliable part of the global preference.

This paper presents the algorithms involved and includes a user's guide of the computer program.



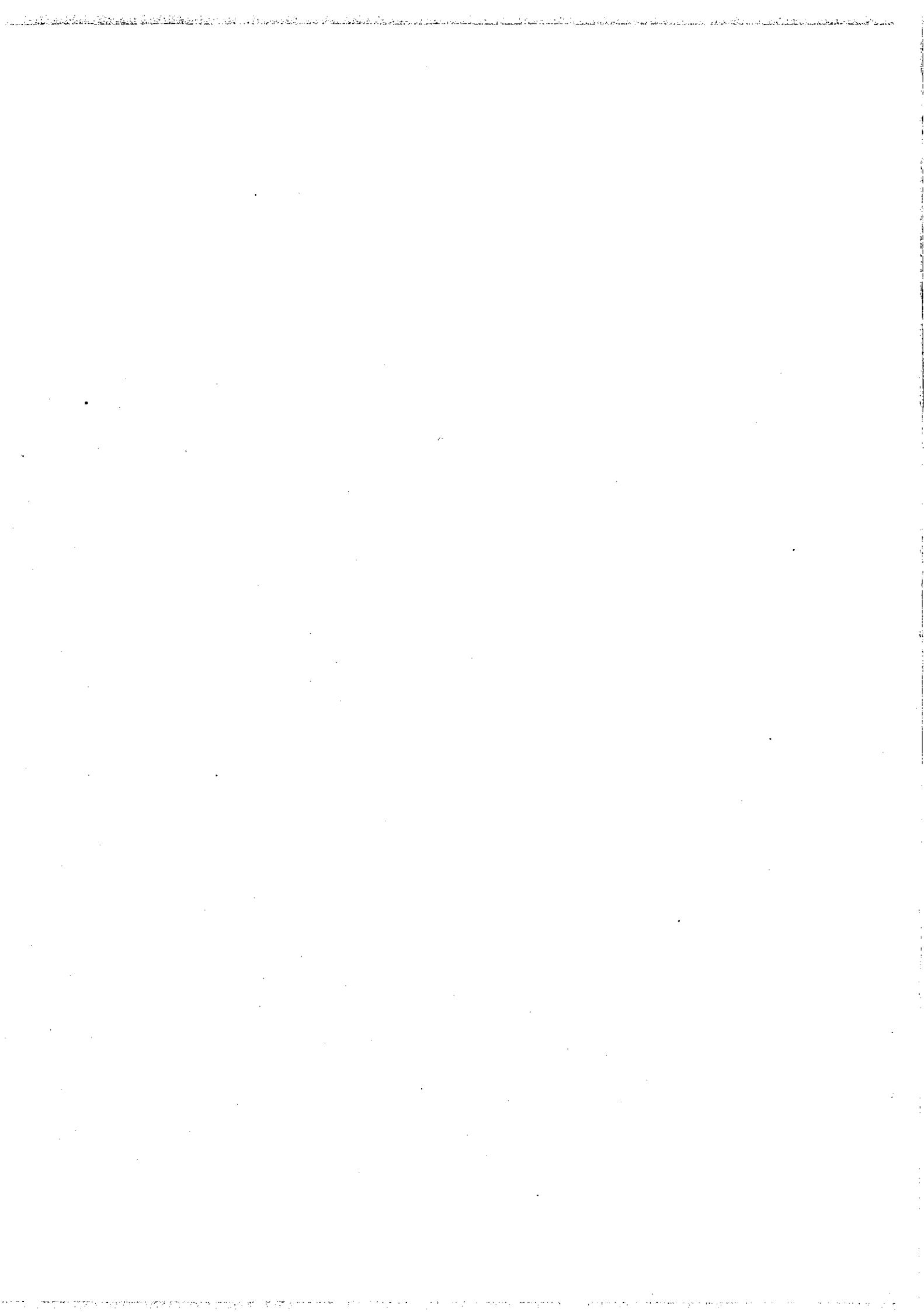
ELECTRE III ET IV
ASPECTS METHODOLOGIQUES ET GUIDE D'UTILISATION

RESUME

Les méthodes ELECTRE III et IV, élaborées par B. ROY, sont les dernières nées des méthodes multicritères fondées sur le concept de relation de surclassement. ELECTRE III, partant d'un ensemble fini d'actions évaluées sur une famille cohérente de pseudo-critères, permet d'agréger ces préférences partielles en une relation de surclassement floue. ELECTRE IV autorise la construction d'une ou plusieurs relations de surclassement triviales lorsqu'il n'est pas possible d'affecter un poids à chaque pseudo-critère.

La relation de surclassement floue d'ELECTRE III et les relations de surclassement triviales d'ELECTRE IV sont exploitées de façon à dégager, dans les deux cas, deux préordres complets les plus différents possibles à partir de la ou des relations de surclassement de départ. L'intersection de ces deux préordres révèle la partie la plus fiable de la préférence globale.

Ce document présente les algorithmes mis en jeu et contient un guide d'utilisation du programme informatique qui fonctionne sur systèmes classiques ainsi que sur micro-ordinateurs.



I - METHODE

I.1 Présentation générale des méthodes

Les méthodes ELECTRE III et IV se proposent de répondre à la problématique suivante : étant donné un ensemble A fini d'actions évaluées sur une famille cohérente de critères (cf. ROY (1974, 1975)), départager A en classes d'équivalence et fournir un préordre non nécessairement total exprimant les positions relatives de ces classes.

Pour ce faire, elles procèdent toutes deux en 3 étapes :

ETAPE I : Construction d'une ou plusieurs relations de surclassement. Cette ou ces relations expriment, pour chaque paire d'actions (a, b), dans quelle mesure on peut affirmer que a est au moins aussi bonne que b.

ETAPE II : Rangement de l'ensemble des actions. A partir de la ou des relations de surclassement, le programme génère deux classements construits différemment. Le premier classement est obtenu en sélectionnant d'abord les meilleures actions jusqu'aux plus mauvaises, le second en procédant de façon inverse.

ETAPE III : Construction du préordre intersection. L'intersection des deux préordres conduit à un préordre partiel ne retenant que les comparaisons les plus fondées entre les actions. Ce rangement met en évidence les incomparabilités entre actions lorsqu'elles existent.

I.2 Les différents modes de construction du surclassement

L'objet de la première étape de la méthode est :

- dans ELECTRE III (cf. Roy (1978)) d'obtenir une relation de surclassement floue ;

- dans ELECTRE IV (cf. Hugonnard, Roy (1982)) d'obtenir un ensemble de relations de surclassement triviales emboîtées.

Le type de données relatives aux actions à classer dont dispose le décideur dictera le mode d'utilisation du programme.

Trois cas sont à distinguer : disposant d'un ensemble d'actions évaluées sur plusieurs pseudo-critères (voir définition en ANNEXE I), soit :

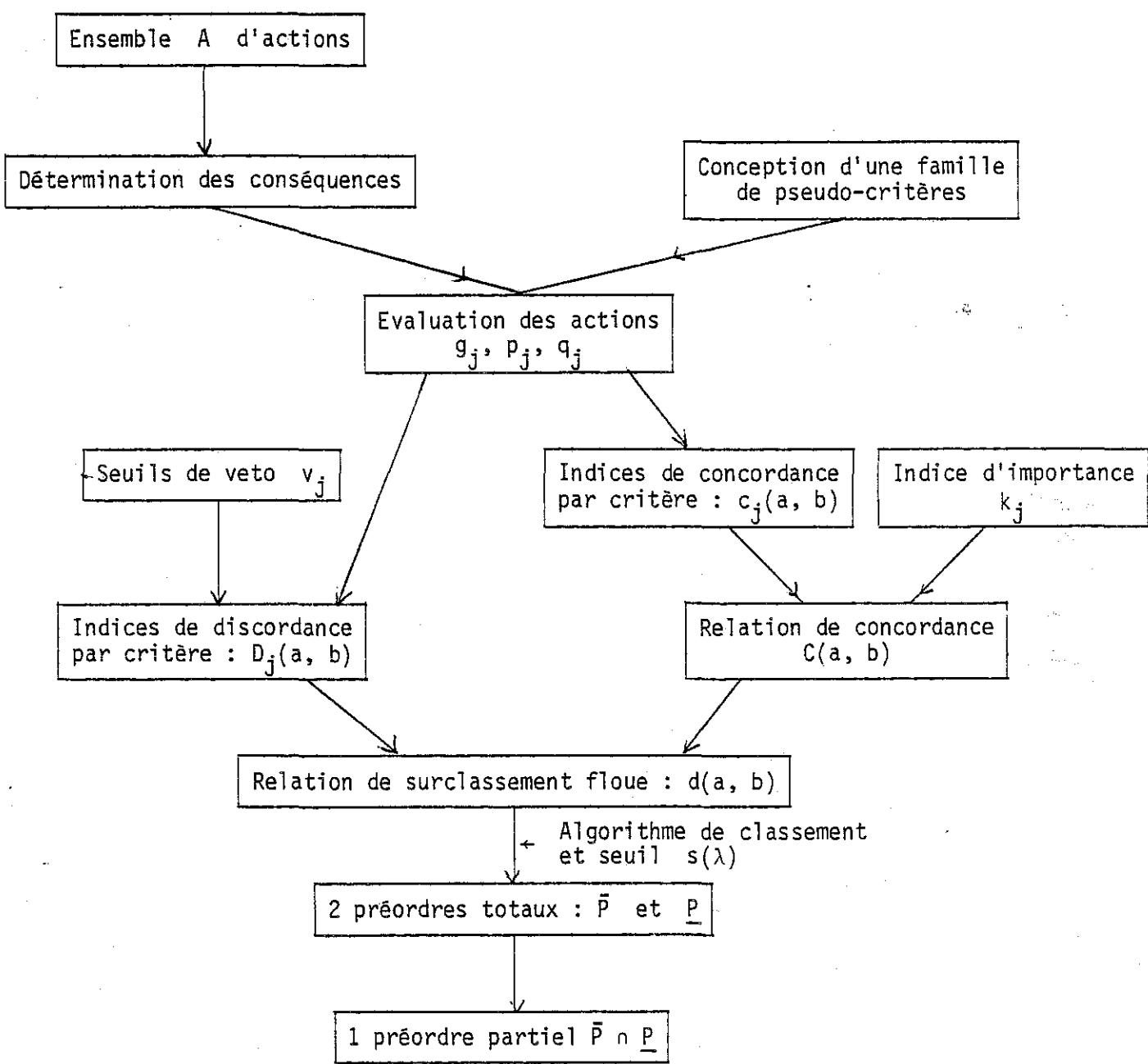
- Le décideur est en mesure d'exprimer l'importance relative des pseudo-critères en les pondérant (utilisation d'ELECTRE III, cf. MODE 1).
- Le décideur ne désire ou ne peut évaluer l'importance relative de chaque pseudo-critère (utilisation d'ELECTRE IV, cf. MODE 2) tout en estimant qu'aucun critère n'est négligeable ni prépondérant face à un regroupement quelconque d'une moitié des critères.
- L'utilisateur a construit une matrice de comparaison par paires des actions par une méthode différente d'ELECTRE III ou d'ELECTRE IV. Les éléments de cette matrice sont compris entre 0 et 1 comme c'est le cas pour la relation de surclassement floue d'ELECTRE III. Il peut donc introduire directement ces données pour ne mettre en oeuvre que l'algorithme de classement (MODE 3).

I.2.1 Par le calcul des indices de concordance et de discordance (MODE 1) (cf. figure 1)

Pour chaque critère, on calcule successivement deux indicateurs par paire d'actions. L'un exprime dans quelle mesure les évaluations des actions sur les critères entrent en concordance avec l'affirmation "a est au moins aussi bon que b"; l'autre indique dans quelle mesure elles s'y opposent. Les indicateurs de concordance partiels sont agrégés en tenant compte de l'importance relative des critères pour donner naissance à un indice de concordance global (on n'agrège pas les indices de discordance).

Le degré de crédibilité, noté $d(a, b)$, que l'on peut accorder à l'affirmation "a surclasse b" est obtenu à partir de l'indice de concordance

FIGURE 1 : SCHEMA GENERAL DE LA METHODE ELECTRE III



affaibli par les indices de discordance (parfois au point d'être annulé). L'indice de concordance (global) n'est affaibli que par les indices de discordance (par critère) qui lui sont supérieurs (cf. ANNEXE II-5).

I.2.2 Par le biais des relations de surclassement emboîtées (MODE 2)
(cf. figure 2)

Lorsque le décideur n'est pas en mesure d'exprimer l'importance relative des critères, il devient impossible de construire la matrice de concordance, cette matrice étant la somme pondérée des relations de surclassement partielles. Dans ce cas, on construit quatre relations de surclassement :

- la quasi-dominance : Sq,
- la dominance canonique : Sc,
- la pseudo-dominance : Sp,
- la veto-dominance : Sv (cf. définitions en ANNEXE III)

obtenues à partir de principes de sévérités décroissantes.

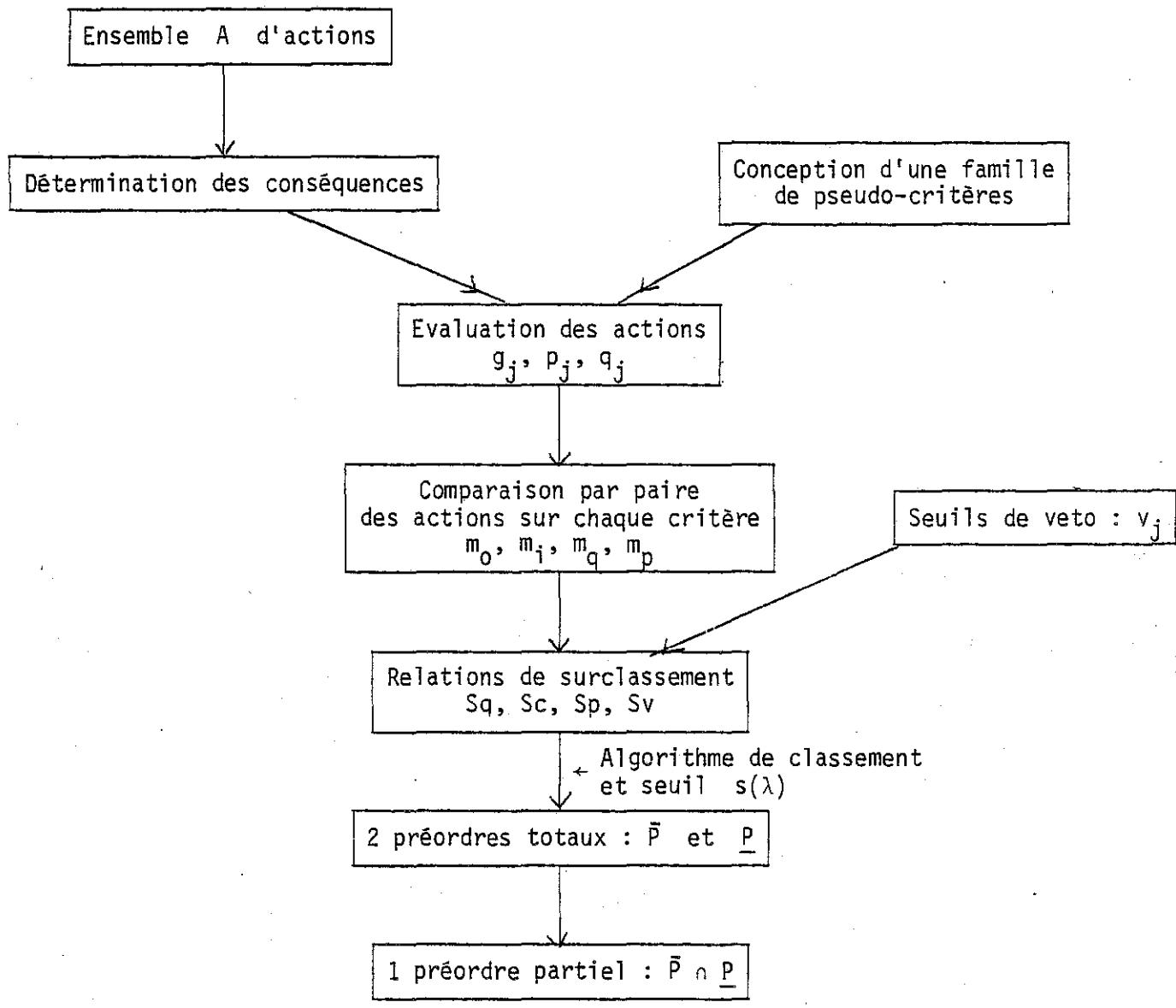
Pour chaque paire d'actions, on ne retient que le surclassement le plus exigeant en vue du classement des actions.

I.2.3 Par l'entrée directe des degrés de crédibilité (MODE 3)

D'autres méthodes de construction d'une relation de surclassement floue peuvent être employées suivant la nature des données de base recueillies.

Si l'utilisateur dispose ainsi d'une matrice de comparaison des actions par paire avec des indicateurs compris entre 0 et 1, il peut directement les introduire pour ne mettre en oeuvre que l'algorithme de classement (cf. ANNEXE IV).

FIGURE 2 : SCHEMA GENERAL DE LA METHODE ELECTRE IV



I.3 Algorithme de classement

I.3.1 Principes généraux

L'objet de l'étape de classement est d'exhiber deux préordres les plus différents possibles à partir des relations de surclassement obtenues. Le premier préordre est obtenu de façon descendante, c'est-à-dire en sélectionnant tout d'abord les actions les meilleures, puis les suivantes jusqu'aux plus mauvaises. Le second préordre est obtenu de façon ascendante, c'est-à-dire en sélectionnant en premier lieu les actions les plus mauvaises pour finir par les meilleures.

Ces deux préordres étant le plus souvent différents, c'est leur intersection, un préordre partiel, qui constituera le rangement le plus fiable.

Remarque : L'algorithme de classement est conçu pour exploiter une relation de surclassement floue. On verra à l'annexe II comment passer des quatre relations d'ELECTRE IV à une relation de surclassement floue permettant d'appliquer l'algorithme.

Pour établir ces préordres, on procède de la façon suivante :

- A partir de la matrice de surclassement floue (matrice des degrés de crédibilité (notés $d(a, b)$)), on construit une succession de relations de surclassement triviales. Pour cela, on utilise un ensemble de niveaux de coupe et un seuil de discrimination. A l'étape k , le surclassement $a \leq b$ ne sera pris en compte dans l'algorithme de classement que si $d(a, b) > \text{niveau de coupe à l'étape } k$ et $d(a, b) > d(b, a) + \text{seuil de discrimination}$.

- A partir de cette matrice de surclassement triviale, on calcule, pour toute action a :

. la puissance de a : c'est le nombre d'actions que surclasse a ;

- . la faiblesse de a : c'est le nombre d'actions qui surclassent a ;
- . la qualification de a : ($\text{puissance de } a$) - ($\text{faiblesse de } a$).

La qualification de chaque action ainsi établie, on sélectionne la ou les meilleures actions en cas d'égalité (sélection descendante) ou la ou les plus mauvaises actions (sélection ascendante) que l'on extrait de l'ensemble des actions à classer.

Sur l'ensemble des actions restant à classer, on calcule à nouveau la qualification de chaque action pour extraire une ou plusieurs actions. On réitère l'opération tant que toutes les actions ne sont pas classées. Cette étape est appelée la distillation.

I.3.2 Les résultats - Remarques

A l'issue de la distillation ascendante et descendante, on obtient deux préordres. Dans chacun d'eux, les actions sont regroupées au sein de classes d'équivalence ordonnées entre elles. Chaque classe contenant au moins une action.

Il est à noter (*) que les résultats seront influencés par le seuil de discrimination et les niveaux de coupe (**) choisis. Ces paramètres varient au cours du processus de sélection. Leur valeur initiale est fixée par programme mais l'utilisateur décide de la façon dont ils vont évoluer au cours de la distillation. Afin d'éviter toute utilisation intempestive de la fonction faisant varier les seuils, ce qui peut avoir pour résultat de rendre les classements obtenus en fin de distillation moins significatifs, le programme propose des valeurs standards que l'utilisateur peut, s'il le désire, modifier.

I.4 Construction du préordre intersection

I.4.1 Mode de construction

Le préordre intersection met en relief les comparaisons entre actions que la méthode a permis d'obtenir et souligne les incomparabilités éventuelles.

(*) Ce paragraphe n'est pertinent que pour les MODES 1 et 3.

(**) "Niveau de séparation" dans la terminologie de Roy (1978).

L'action a sera considérée meilleure que l'action b si, dans l'un au moins des classements, a est classée avant b et si, dans l'autre, a est au moins aussi bien classée que b.

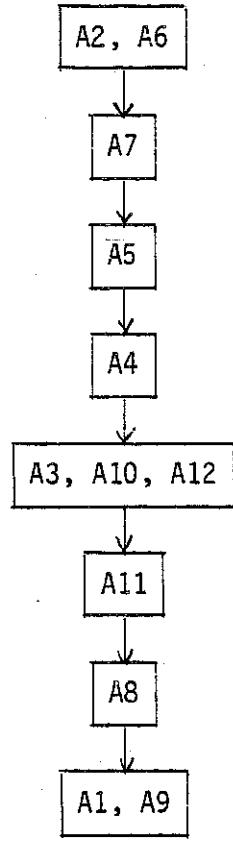
L'action a sera jugée équivalente à b si les deux actions appartiennent à la même classe dans chacun des deux préordres.

Les actions a et b seront incomparables si, par exemple, a est en meilleure position que b dans le classement ascendant et si b vient avant a à l'issue de la distillation descendante.

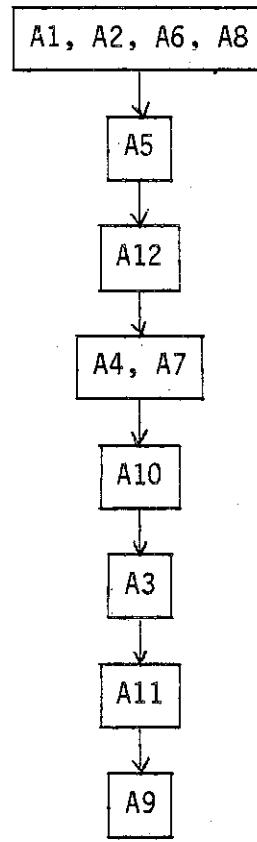
Exemple (cf. HUGONNARD, ROY (1982)) : Soit 12 actions à classer, notées A1, A2, A3, ..., A12. Les deux distillations donnent les résultats suivants :

FIGURE 3

Classement descendant

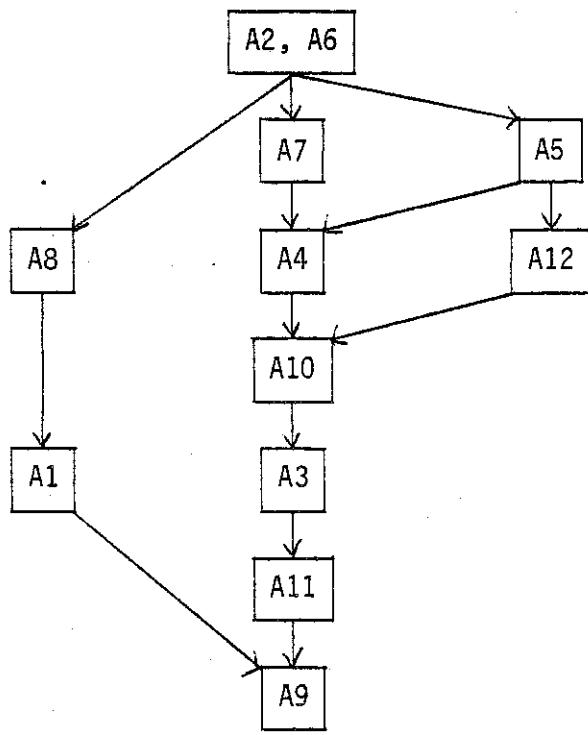


Classement ascendant



Le graphe représentatif du classement partiel final met en évidence les incomparabilités, par exemple entre l'action A5 et A8.

FIGURE 4 (*)



I.4.2 Les résultats finaux

Le programme, dans sa version actuelle, ne visualise pas le graphe intersection. Cependant, il fournit toutes les informations nécessaires à sa construction graphique.

Les résultats finaux dont disposera le décideur seront :

- a) Le résultat des deux distillations : liste des actions ordonnées par le rang qu'elles occupent dans chaque classement.
- b) Un tableau croisé des actions. A l'intersection de la ligne correspondant à l'action a et de la colonne relative à l'action b, on aura :

(*) Dans les figures 3 et 4, les arcs de transitivité ont été omis.

- + 1 si l'action a est mieux classée que l'action b dans l'un des préordres et au moins aussi bien classée dans l'autre préordre ;
- 0 si a et b ont le même classement dans les deux préordres ;
- * si a est mieux classée que b dans un des préordres et si on a l'inverse dans l'autre préordre (incomparabilité) ;
- - 1 si a est moins bien classée que b dans les deux préordres et au plus aussi bien classée que b dans l'autre.

c) Liste des successeurs de chaque action : Pour faciliter la construction du graphe du préordre intersection, on donne, pour chaque action, la liste de ses successeurs immédiats. On affecte à chaque action un rang obtenu de la manière suivante :

- les actions sans prédécesseur dans le graphe intersection sont de rang 1 ;
- les actions n'ayant pour prédécesseur que les actions de rang 1 sont de rang 2, etc.

Ce rang détermine l'ordre de présentation des actions. Si plusieurs actions ont le même rang, elles sont classées par la somme des rangs qu'elles occupent dans les deux préordres issus de la distillation.

En reprenant l'exemple précédent, on aura donc :

a) Le résultat des deux distillations (cf. figure 3)

b) Le tableau croisé des actions

	A2	A6	A5	A7	A8	A1	A4	A12	A10	A3	A11	A9
A2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A6		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A5			0	*	*	*	1	1	1	1	1	1
A7				0	*	*	1	*	1	1	1	1
A8					0	1	*	*	*	*	*	1
A1						0	*	*	*	*	*	1
A4							0	*	1	1	1	1
A12								0	1	1	1	1
A10									0	1	1	1
A3										0	1	1
A11										0	1	
A9											0	

c) Le résultat de l'intersection

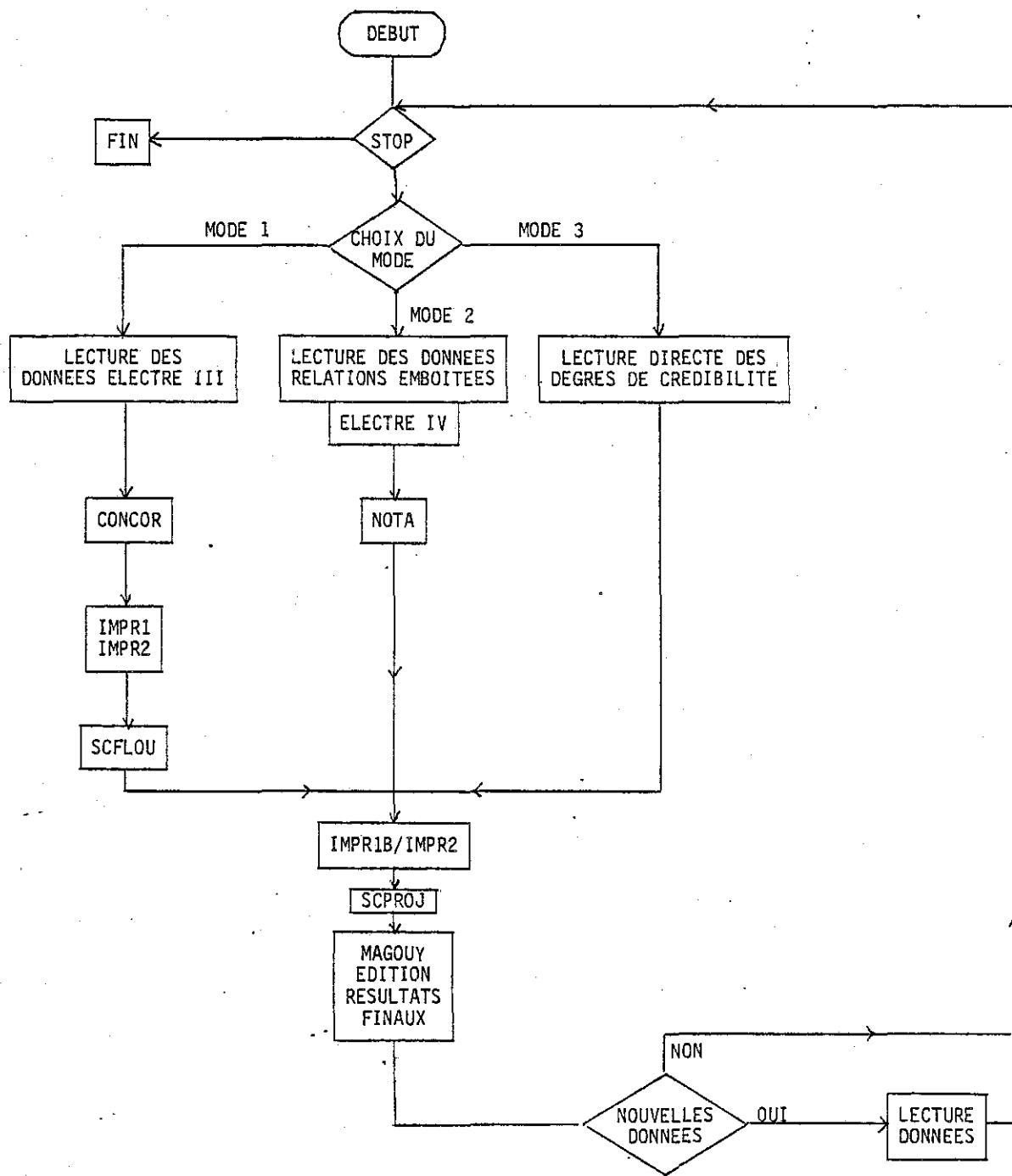
ACTIONS	RANG	SUCCESSEURS IMMEDIATS
A2	1	A5, A7, A8
A6	1	A5, A7, A8
A5	2	A4, A12
A7	2	A14
A8	2	A1
A1	3	A9
A4	3	A10
A12	3	A10
A10	4	A3
A3	5	A11
A11	6	A9
A9	7	-

II - ARCHITECTURE ET UTILISATION DU LOGICIEL

II.1 Le choix du mode d'utilisation

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. I.2), l'utilisateur a le choix entre trois modes d'utilisation correspondant aux trois types d'obtention du surclassement.

II.1.1 Architecture du programme



* II.1.2 Les modules de traitement

a) Le programme principal

Il assure l'interface entre les modules de calcul et l'utilisateur.
Le programme principal gère et prend en compte :

- le choix du mode d'utilisation ;
- la lecture des données correspondant au mode choisi ;
- le choix des options d'édition et l'édition proprement dite ;
- les modifications des données initiales en vue d'une nouvelle exécution du programme.

Il contrôle la cohérence des données introduites.

En version conversationnelle, il guide en permanence l'utilisateur lors de l'entrée des données. A chaque étape, il synthétise puis visualise les données introduites afin que l'utilisateur puisse les contrôler.

b) Les sous-programmes

- CONCOR : calcule les indices de concordance ;
- IMPR1-IMPR2 : édite le tableau des indices de concordance ;
- SCFLOU : calcul et édite les indices de discordance puis les degrés de crédibilité à partir des indices de concordance et de discordance ;
- NOTA : compare les actions entre elles en fonction des relations de dominance entrées dans le modèle ; construit le tableau des degrés de crédibilité à partir des relations détectées ;
- IMPR1B-IMPR2 : édite le tableau des degrés de crédibilité ;
- SCPROJ : effectue les distillations ascendante et descendante à partir des degrés de crédibilité et d'un seuil de coupe et de discrimination ;
- MAGOUY : édite les classements descendants et descendants, construit et présente les résultats de l'intersection de ces deux classements.

II.2 Les données nécessaires à l'obtention du surclassement

II.2.1 En mode 1

Pour ce premier mode, on doit pouvoir indiquer le nombre d'actions (MAX : 180) et de critères (MAX : 9) puis :

- pour chaque action :
 - . son nom (MAX : 32 caractères),
 - . son évaluation sur chacun des critères ;
- pour chacun des critères :
 - . son nom (MAX : 32 caractères),
 - . son poids,
 - . le sens de variation des préférences sur l'échelle qui lui est associée,
 - . les coefficients des fonctions linéaires utilisées pour calculer les seuils d'indifférence, de préférence et de veto ainsi que le mode de calcul de ces seuils (seuils directs ou inverses) (cf. ANNEXE I).

II.2.2 En mode 2

Toutes les données nécessaires au mode 1 le sont également pour le mode 2, exception faite du poids de chaque critère.

De plus, l'utilisateur doit choisir, parmi les 4 relations proposées par le programme, celles qu'il désire voir prises en compte.

II.2.3 En mode 3

Il suffit d'indiquer :

- le nombre d'actions à classer ;
- le nom de chaque action ;
- la valeur du degré de crédibilité de la relation de surclassement floue pour chaque paire d'actions.

II.3 Les seuils utilisés par l'algorithme de classement (*)

On demande à l'utilisateur de spécifier les coefficients α et β d'une fonction seuil ($s(\lambda) = \alpha + \beta * \lambda$; λ : degré de crédibilité) permettant de déterminer les différents niveaux de coupe et la valeur du seuil de discrimination.

Si l'utilisateur est indécis quant au choix de ces coefficients, le programme propose les valeurs par défaut suivantes : $\alpha = 0.30$ et $\beta = -0.15$.

Remarque : Il est recommandé de choisir $\alpha/\beta \leq 0$.

II.4 Lecture des données

II.4.1 En traitement par lots (cf. ANNEXE V, jeu d'essai n° 5).

a) Les cartes de commande

Chaque type de données doit être précédé par une carte de commande indiquant la nature des données qui vont être lues. Trois cas sont à distinguer en fonction du mode de construction de la relation de surclassement floue :

- Cartes commande à utiliser en mode 1
- * 'MODE' : suivie d'une carte où figure le chiffre 1 ;
- * 'METN' : commande la lecture du nombre de critères et d'actions ;
- * 'NOMC' : pour le nom des critères ;
- * 'POID' : importance relative des critères ;
- * 'SENS' : sens de variation des préférences ;
- * 'EVAL' : nom des actions et de leurs évaluations sur les critères ;
- * 'INDF' : coefficients du seuil d'indifférence pour chacun des critères ;
- * 'SCRI' : coefficients du seuil de préférence stricte pour chacun des critères ;
- * 'VETO' : code veto et coefficients du seuil de veto pour chacun des critères ;

(*) Ce paragraphe n'est pertinent que pour les MODES 1 et 3.

- * 'SEUI' : Coefficients de discrimination du degré de crédibilité (optionnel)
- Cartes commande à utiliser en mode 2
 - * 'MODE' : suivie d'une carte portant le chiffre 2 ;
 - * 'METN' : commande la lecture du nombre de critères et d'actions ;
 - * 'NOMC' : pour le nom des critères ;
 - * 'EVAL' : nom des actions et de leur évaluation sur les critères ;
 - * 'INDF' : coefficients du seuil d'indifférence pour chacun des critères ;
 - * 'SCRI' : coefficients du seuil de préférence stricte pour chacun des critères ;
 - * 'VETO' : code veto et coefficients du seuil de veto pour chacun des critères ;
 - * 'RELA' : nombre et désignation des relations de surclassement choisies.
- Cartes commande à utiliser en mode 3
 - * 'MODE' : suivie d'une carte portant le chiffre 3 ;
 - * 'CRED' : commande la lecture :
 - .. du nombre et du nom des actions,
 - .. par paire d'actions, du degré de crédibilité du sur-classement flou ;
 - * 'SEUI' : coefficients du seuil de discrimination du degré de crédibilité (optionnel).
- Cartes commande communes aux trois modes
 - * 'MODE' : pour le choix du mode d'exécution ;
 - * 'VASY' : commande l'exécution du programme une fois que toutes les données correspondant au mode choisi ont été entrées ;
 - * 'STOP' : commande l'arrêt du programme ;
 - * 'EDIT' : permet de choisir les résultats à éditer.

La carte commande 'VASY' permet de déclencher plusieurs exécutions successives du programme avec des jeux de données différents. Il suffit pour cela de faire précéder toute nouvelle carte de commande 'VASY' par les données modifiées accompagnée des cartes de commande appropriées.

Remarque : En traitement par lots, deux cartes doivent toujours précéder le jeu de données proprement dit quel que soit le mode utilisé :

- 1ère carte : nom de l'utilisateur (40 caractères maximum) ;
- 2e carte : nom du projet pour lequel l'exécution va être lancée.

Ces deux cartes peuvent, bien entendu, être à blanc.

Exemple

(LAMSADE
SELECTION DE VOITURES

Lecture d'un ensemble de données en MODE 1

{ 'MODE'
 1
 'METN'
 Données
 :
 'SEUI'
 Données

1ère exécution du programme

{ 'VASY'

Modification d'une partie des données

{ 'SCRI'
 Données
 'SEUI'
 Données

2e exécution du programme

{ 'VASY'

Arrêt des traitements

{ 'STOP'

b) Le format des données

De façon générale, le format des données numériques est libre. L'utilisateur peut donc choisir celui qui lui convient le mieux. Seul compte le nombre des valeurs qui sont données à lire. Si elles figurent sur une même carte, elles doivent être séparées par au moins un blanc. Toutes les commandes précédant des données doivent être cadrées à gauche.

* Commande MODE

MODE cadré à gauche suivi d'une carte où figure la valeur 1, 2 ou 3.

*** Si MODE 1, il faudra lire successivement :

- * METN : sur une carte puis une carte où figurent 2 nombres séparés par un blanc au moins
 - le nombre de critères
 - le nombre d'actions

N M

- * NOMC suivie de N cartes : sur chacune d'elles figure le nom d'un critère cadré à gauche sur 32 caractères

N cartes { CRITERE 1
 CRITERE 2
 :
 :
 :
 CRITERE N

Remarque : L'ordre des critères doit être le même pour les commandes : NOMC, POID, SENS, INDF, SCRI, VETO et EVAL.

- * POID suivie d'une ou plusieurs cartes où figurent M valeurs de poids séparées par un blanc ; les indices d'importance doivent être donnés dans le même ordre que le nom des critères
 $k_1 \neq k_2 \neq k_3 \neq \dots \neq k_N$
- * SENS suivie d'une ou plusieurs cartes comportant N paires de valeurs. Chaque paire correspond à un critère.
 - La 1^{ère} valeur doit être à 1 si les préférences sur le critère vont croissant avec les évaluations et à 0 si les préférences vont décroissant avec les évaluations.
 - La 2^e valeur doit être à 1 si on désire que les seuils soient calculés dans le sens direct (i.e. à partir de la valeur la moins préférée) et à 0 si on veut que les seuils soient calculés dans le sens inverse.2 x M valeurs à 0 ou à 1 séparées par un blanc au moins
 $x_1 \neq x_2 \neq x_3 \neq \dots \neq x_{2N}$
- * EVAL suivie, pour chaque action, de deux cartes au moins (au total au moins 2 x N cartes) :
 - sur la première, le NOM DE L'ACTION sur 32 caractères cadré à gauche ;
 - sur les suivantes, les évaluations de l'action, donc N valeurs séparées par un blanc sur une ou plusieurs cartes ; les évaluations doivent être données dans le même ordre que le nom des critères.

- * INDF suivie d'une ou plusieurs cartes où sont définis les coefficients des fonctions linéaires qui servent au calcul des seuils d'indifférence. On a une fonction de calcul de seuils par critère ; 2 coefficients par fonction. Il faut donc lire 2 x N valeurs séparées par un blanc au moins.

$$\alpha_1 \text{ } b \text{ } \beta_1 \text{ } b \text{ } \alpha_2 \text{ } b \text{ } \beta_2 \text{ } b \text{ } \dots \text{ } \alpha_N \text{ } b \text{ } \beta_N$$

- * SCRI pour le calcul des seuils de préférence, la procédure est la même. Il faut donc introduire $2 \times N$ valeurs correspondant aux coefficients des fonctions linéaires

$$\alpha_1 \beta \beta_1 \beta \dots \beta \alpha_N \beta \beta_N$$

- * VETO suivie de 2 x N cartes : pour chaque critère, il faut 2 cartes.

- Sur la première figure une valeur entière qui indique la forme linéaire choisie pour le calcul du seuil ; on a le choix entre 4 fonctions linéaires à un ou deux coefficients (cf. ANNEXE I). Donc, la première carte aura la valeur du CODE choisi : 0, 1, 2 ou 3.
 - La deuxième carte contient les valeurs des coefficients, soit :

1 valeur si CODE = 1 ou 2,

2 valeurs séparées par un blanc si code = 0 ou 3

2 x N cartes { 0 ou
1 ou
2 ou
3 et α et { Blanc ou
 β

- * SEUI : cette commande est optionnelle. Si on l'omet, on a par défaut $s(\lambda) = 0.30 - 0.15 * \lambda$

Suivi d'une carte où figurent les deux valeurs choisies pour les coefficients de la fonction linéaire qui sert au calcul du seuil de discrimination.

- * EDIT : commande le choix des options d'édition (cf. II.5).

- * VASY : commande l'exécution.
 - * Eventuellement, de nouvelles données modifiant certains des paramètres suivant les mêmes principes que précédemment suivies d'une nouvelle commande VASY.
 - * STOP : commande la fin de l'exécution.
- *** Si MODE = 2, il faudra lire successivement les données correspondant aux cartes commande suivantes

- METN
- NOMC
- SENS
- EVAL } Pour le format des données, on se reportera aux descriptions indiquées pour le mode 1
- INDF
- SCRI
- VETO

puis :

- * RELA suivie de 2 cartes :
 - sur la première, indiquer le nombre de relations de sur-classement choisies (de 1 à 4) ;
 - sur la deuxième, entrer 4 nombres 1 ou 0 pour spécifier quelles relations parmi les quatre proposées ont été choisies, dans l'ordre Sq, Sc, Sp, Sv (cf. ANNEXE III).
- * EDIT : commande le choix des options d'édition (cf. II.5).
- * VASY : commande l'exécution.
- * Eventuellement de nouvelles données modifiant certains des paramètres suivant les mêmes principes que précédemment suivies d'une nouvelle commande VASY.
- * STOP : commande la fin de l'exécution.

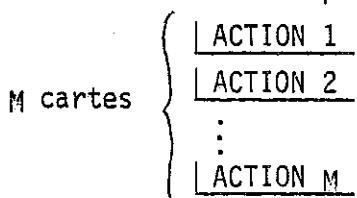
*** Si MODE = 3, il faudra lire successivement :

* CRED puis les cartes suivantes :

- 1 carte contenant le nombre d'actions

M

- M cartes contenant chacune le nom d'une action sur 32 caractères au plus et cadrés à gauche



- Au moins M cartes définissant les valeurs du degré de crédibilité de la relation de surclassement floue. La matrice de valeurs ($M \times M$) doit être définie ligne par ligne, chaque ligne étant définie sur une ou plusieurs cartes. L'ordre des actions en colonne et en ligne est celui choisi lors de la lecture du nom des actions. On doit donc lire N fois une ou plusieurs cartes. Sur chacune de ces cartes (ou groupes de cartes) figurent M valeurs séparées par un blanc au moins. Par exemple :

M x 2 cartes {

$d(a_1, a_1)$	\emptyset	$d(a_1, a_2)$	\emptyset	$d(a_1, a_3)$	\emptyset	\dots	$d(a_1, a_i)$
$d(a_1, a_{i+1})$	\dots	$d(a_1, a_M)$					
$d(a_2, a_1)$	\emptyset	$d(a_2, a_2)$	\dots	$d(a_2, a_i)$			
$d(a_2, a_{i+1})$	\dots	$d(a_2, a_M)$					
:							
$d(a_M, a_{i+1})$	\dots	$d(a_M, a_M)$					

* SEUI : cette commande est optionnelle. Si on l'ommet, on a par défaut $s(\lambda) = 0.30 - 0.15 * \lambda$. Suivie d'une carte où figurent les 2 valeurs des coefficients de la fonction qui sert à calculer le seuil de discrimination (cf. II.5).

* EDIT : commande le choix des options d'édition.

- * VASY : commande l'exécution.
- * Eventuellement de nouvelles données modifiant certains des paramètres suivant les mêmes principes que précédemment suivies d'une nouvelle commande VASY.
- * STOP : commande la fin de l'exécution.

II.4.2 En mode conversationnel

Pour entrer ses données, l'utilisateur a le choix entre deux possibilités :

- Soit il introduit ses données directement au terminal ;
 - Soit il se constitue un fichier de données préalablement à l'appel du programme ; ce fichier doit être l'image du fichier carte utilisé en traitements par lots (mises à part les 2 premières cartes et la carte commande VASY, cf. ANNEXE V, jeu d'essai n° 4). Il faut allouer l'unité d'entrée-sortie n° 8 au fichier de données).
- Dans les deux cas, les résultats sont présentés au terminal et l'utilisateur a toujours la possibilité, quelle que soit la façon dont les données ont été introduites, de modifier ou de visualiser tout ou partie de ses données puis de commander une nouvelle exécution du programme.

La visualisation des données se fait par l'intermédiaire d'une commande spécifique à la version conversationnelle : VISU (en MODE 1 et 2 uniquement).

L'utilisateur est guidé lorsqu'il introduit ses données directement au terminal. En fonction du mode choisi au départ, le programme lui demandera par étapes d'entrer toutes les données correspondant à ce mode et il lui indiquera, à chaque nouveau type de données, quelle est la commande associée. De cette façon, à l'aide des commandes associées, l'utilisateur pourra modifier ses données s'il le désire. Ces commandes sont identiques à celles utilisées en traitement par lots.

II.5 Choix des options d'édition des résultats

II.5.1 En traitement par lots

La carte commande EDIT permet le choix des options d'édition. Elle doit précéder la carte commande VASY qui déclenche le déroulement des algorithmes du programme. Elle doit être suivie par deux cartes. La première carte doit avoir 6 valeurs à 0 ou à 1 séparées par un blanc au moins. Chaque valeur correspond à un résultat intermédiaire ; si elle est à 1, le résultat sera édité ; si elle est à 0, il ne le sera pas.

- 1ère valeur : édition des degrés de crédibilité spécifiques à chaque critère ;
- 2e valeur : édition des indices de discordance spécifiques à chaque critère ;
- 3e valeur : édition du tableau des indices de concordance ;
- 4e valeur : édition du tableau des degrés de crédibilité ;
- 5e valeur : édition du détail de la distillation ;
- 6e valeur : édition du rang et de la liste des successeurs immédiats de chaque action dans le graphe intersection.

Si MODE = 2 ou 3, les trois premières valeurs doivent être nulles, les options d'édition correspondantes étant sans objet pour ces modes d'exécution.

La deuxième carte doit contenir les commentaires qui figureront sur l'en-tête du listing de résultats.

II.5.2 En mode conversationnel

Le programme propose à l'utilisateur l'édition des différents résultats. En fonction des réponses fournies (OUI ou NON), il valorise automatiquement les variables d'édition.

L'utilisateur peut, à chaque instant, modifier ces paramètres en vue d'une nouvelle exécution.

ANNEXE I : LES SEUILS

1. Le concept de pseudo-critère

Les limites du modèle du vrai-critère

Considérons un ensemble de critères j ($j = 1, \dots, m$) destinés à modéliser les préférences d'un décideur. Chaque action est appréciée sur le critère j à partir de l'estimation des diverses conséquences qu'elle entraîne du point de vue de ce critère. L'évaluation de l'action a sur le critère j sera notée $g_j(a)$.

Lorsque deux actions a et b sont évaluées sur le critère j , si le critère j est un vrai-critère, on a :

$a P_j b \Leftrightarrow g_j(a) > g_j(b)$: a est strictement préféré à b sur le critère j ,

$a I_j b \Leftrightarrow g_j(a) = g_j(b)$: a est indifférent à b sur le critère j .

Or, dans bien des problèmes réels, les données sur lesquelles on se fonde pour évaluer chaque action sont entachées d'imprécision, d'incertitude ; de plus, on peut douter de la pertinence du mode de calcul retenu pour obtenir ces évaluations (critères qualitatifs particulièrement). Ces indéterminations ne peuvent pas être prises en compte lorsqu'on utilise des vrai-critères.

Le modèle du pseudo-critère permet d'intégrer explicitement les éléments mal définis ou connus avec une marge d'imprécision.

Nous supposerons dans ce qui suit que la préférence est croissante avec les évaluations.

Soit j un pseudo-critère. Soit $u = g_j(b) - g_j(a)$.

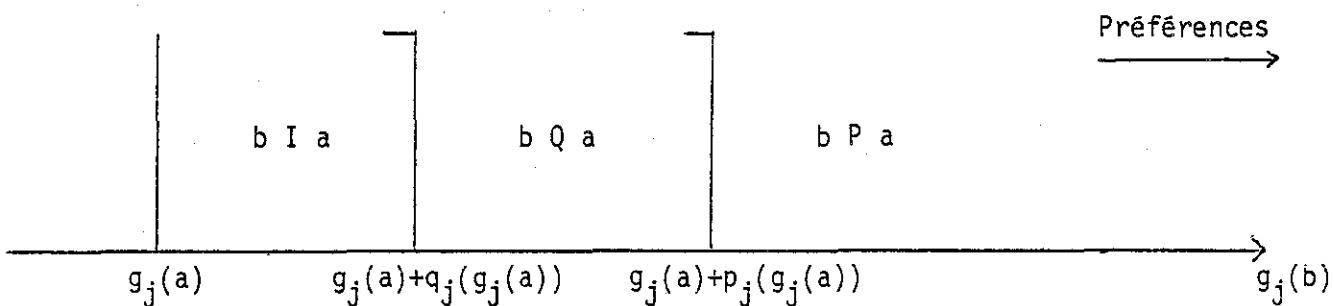
Si $u = 0$, alors $a I b$ (*) : a est indifférent à b .

Lorsque $g(b)$ croît, soit $q_j(g_j(a))$ la différence u à partir de laquelle a et b ne sont plus indifférents. Cette fonction $q_j(g_j(a))$ est appelée seuil d'indifférence du critère j (cf. Roy (1985, chapitre 9)).

Lorsque la plage de variation du critère j est suffisamment étendue, il est également possible de trouver deux actions a et b telles que la différence $u = g_j(b) - g_j(a)$ soit suffisamment grande pour que l'on puisse affirmer que " b est strictement préféré à a " : $b P a$ (*). Dans ce cas, si $g_j(a)$ est fixé, lorsque $g_j(b)$ décroît, u décroît. La relation $b P a$ ne sera acceptée que jusqu'à une certaine valeur $p_j(g_j(a))$ de u qu'on appellera seuil de préférence stricte.

De façon générale, mais pas nécessairement, on a $p_j(g_j(a)) \neq q_j(g_j(a))$ avec $p_j(g_j(a)) > q_j(g_j(a))$. Si $q_j(g_j(a)) < u \leq p_j(g_j(a))$, on peut hésiter entre la situation d'indifférence et de préférence stricte. On notera $b Q a$ (*) cette situation intermédiaire que l'on interprétera comme " b faiblement préféré à a ".

On peut résumer les diverses situations par le schéma :



Pour éviter certaines incohérences (cf. Roy (1985), chapitre 9), on postulera :

(*) Pour la définition des relations I , Q et P , on se reportera à Roy (1975). Dans la suite, nous omettrons de préciser que les relations I , Q , P ne concernent que le critère j considéré. Nous les noterons donc, sans risques de confusion, I , Q , P au lieu de I_j , Q_j , P_j .

$$\frac{q_j(g_j(b)) - q_j(g_j(a))}{g_j(b) - g_j(a)} \geq -1 \text{ et } \frac{p_j(g_j(b)) - p_j(g_j(a))}{g_j(b) - g_j(a)} \geq -1.$$

Avec un pseudo-critère, on a donc, pour $g_j(b) \geq g_j(a)$:

- b I a si $g_j(b) - g_j(a) \leq q_j(g_j(a))$,
- b Q a si $q_j(g_j(a)) < g_j(b) - g_j(a) \leq p_j(g_j(a))$,
- b P a si $p_j(g_j(a)) < g_j(b) - g_j(a)$.

En plus des seuils associés au pseudo-critère, ELECTRE III-IV met en jeu un seuil supplémentaire : le seuil de veto.

Soit $u = g_j(b) - g_j(a)$. Supposons que u soit non seulement assez grand pour que l'on ait b P a mais également qu'il soit si grand que l'on puisse dire : "b est tellement meilleur que a sur le critère j qu'en aucun cas, globalement, a ne pourra être considéré meilleur que b quelles que soient les évaluations de a et b sur tous les autres critères".

On appellera seuil de veto du critère j (noté v_j) la différence u à partir de laquelle la proposition précédente est prise en compte dans l'élaboration de la préférence globale.

On appellera veto-préférence (notée PV_j) la relation associée au seuil de veto et on aura :

b PV_j assi $v_j(g_j(a)) \leq g_j(b) - g_j(a)$.

2. Les différents modes de calcul des seuils

Le calcul des seuils peut se faire dans quatre contextes différents. En effet :

- d'une part les préférences peuvent être croissantes ou décroissantes avec les évaluations ;
- d'autre part les seuils sont soit directs (i.e. calculés à partir de la valeur de l'action la moins préférée), soit inverses (i.e. calculés à partir de l'évaluation de la meilleure action).

On aura donc les quatre cas suivants :

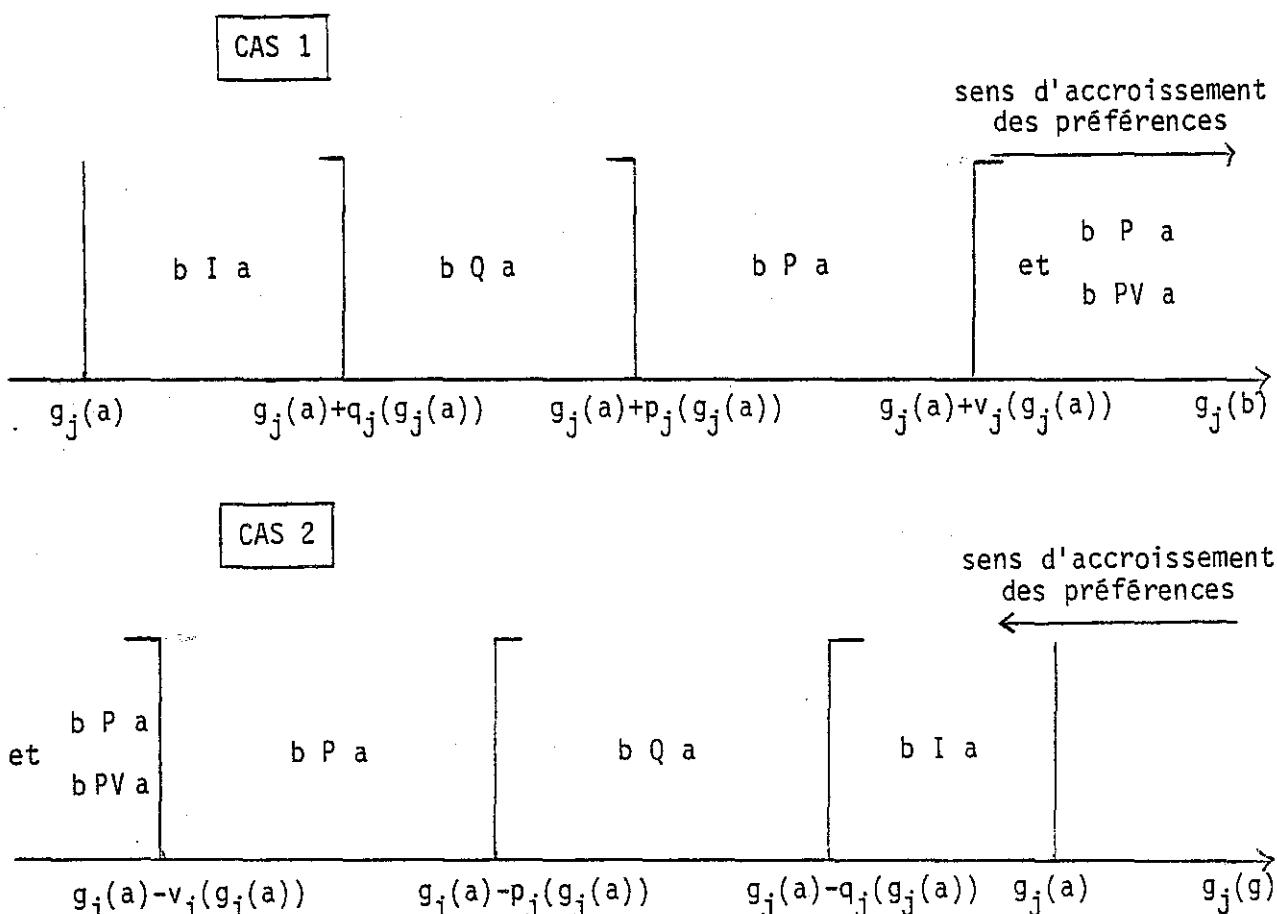
- CAS 1 : les préférences vont croissant avec les évaluations ; les seuils sont directs ;
- CAS 2 : les préférences vont décroissant avec les évaluations ; les seuils sont directs ;
- CAS 3 : les préférences vont croissant avec les évaluations ; les seuils sont inverses ;
- CAS 4 : les préférences vont décroissant avec les évaluations ; les seuils sont inverses.

Remarque : De façon générale, les seuils sont calculés ainsi :

$$\text{seuil}(g_j(a)) = \alpha + \beta * g_j(a).$$

C'est à l'utilisateur de préciser, par critère et pour chaque type de seuil, la valeur des coefficients α et β . Il devra s'assurer de la cohérence des données relatives aux seuils qu'il aura introduites, le programme ne faisant pas de contrôle dans ce sens. Par exemple, il est vivement déconseillé d'entrer des valeurs de α et β telles que le seuil d'indifférence puisse devenir supérieur au seuil de préférence stricte dans le domaine de variation de $g_j(a)$.

On a pour les différents cas :



Pour le CAS 3 et le CAS 4, les seuils sont inverses. Le programme transforme automatiquement les seuils inverses en seuils directs. Cela permet, du point de vue informatique, de recourir au même algorithme de comparaison des actions par paires quel que soit le type de seuil. Ainsi, le CAS 3 se ramène au CAS 1 et le CAS 4 au CAS 2. Dans ce qui suit, on notera :

- q' , p' et v' les seuils d'indifférence, de préférence stricte et de veto calculés de façon inverse ;
- α'_q , β'_q ; α'_p , β'_p et α'_v , β'_v les coefficients utilisés pour calculer q' , p' et v' ;
- α_q , β_q ; α_p , β_p et α_v , β_v les coefficients employés pour calculer q , p et v .

Etude des transformations des coefficients des seuils inverses dans le but d'obtenir des seuils directs

Pour obtenir l'expression des coefficients associés aux seuils directs en fonction des coefficients avec seuils inverses, nous utiliserons le seuil de préférence stricte. La démonstration repose sur le principe de préservation des situations préférentielles lors de la transformation des seuils inverses en seuils directs ; elle reste valable si on emploie le seuil d'indifférence ou de veto.

* Pour le CAS 3

Considérons deux actions a et b telles que $b \succ a$ avec

$$g_j(b) - g_j(a) = p_j[g_j(a)] = \alpha_p + \beta_p * g_j(a). \quad (1)$$

Il faut alors que :

$$g_j(b) - g_j(a) = p'_j[g_j(b)] = \alpha'_p + \beta'_p * g_j(b), \quad (2)$$

d'où :

$$p_j[g_j(a)] = p'_j[g_j(b)]$$

ou encore :

$$\alpha_p + \beta_p * g_j(a) = \alpha'_p + \beta'_p * g_j(b). \quad (3)$$

Par ailleurs : (1) $\Rightarrow g_j(b) = g_j(a) + p_j[g_j(a)].$

Donc (3) devient :

$$\begin{aligned} \alpha_p + \beta_p * g_j(a) &= \alpha'_p + \beta'_p * [g_j(a) + p_j[g_j(a)]] \\ &= \alpha'_p + \beta'_p * g_j(a) + \beta'_p * \alpha_p + \beta'_p * \beta_p * g_j(a), \end{aligned}$$

d'où

$$\alpha_p(1 - \beta_p') + \beta_p(1 - \beta_p') * g_j(a) = \alpha_p' + \beta_p' * g_j(a).$$

Cette égalité doit être vérifiée quelque soit $g_j(a)$, donc :

$$\alpha_p(1 - \beta_p') = \alpha_p' \Rightarrow \alpha_p = \frac{\alpha_p'}{1 - \beta_p'}$$

et

$$\beta_p(1 - \beta_p') = \beta_p' \Rightarrow \beta_p = \frac{\beta_p'}{1 - \beta_p'}.$$

De la même façon, on obtient, pour les coefficients du seuil d'indifférence et du seuil de veto :

$$\alpha_q = \frac{\alpha_p'}{1 - \beta_q'} ; \beta_q = \frac{\beta_q'}{1 - \beta_q'}$$

et

$$\alpha_v = \frac{\alpha_v'}{1 - \beta_v'} ; \beta_v = \frac{\beta_v'}{1 - \beta_v'}.$$

* Pour le CAS 4

Comme pour le CAS 3, considérons deux actions a et b telles que b Q a avec :

$$g_j(a) - g_j(b) = p_j[g_j(b)] = \alpha_p' + \beta_p' * g_j(b).$$

Il faut alors que :

$$g_j(a) - g_j(b) = p_j[g_j(a)] = \alpha_p + \beta_p * g_j(a).$$

On démontre aisément que :

$$\alpha_p = \frac{\alpha_p'}{1 + \beta_p'} \text{ et } \beta_p = \frac{\beta_p'}{1 + \beta_p'}.$$

De la même façon, on obtient, pour les coefficients du seuil d'indifférence et du seuil de veto :

$$\alpha_q = \frac{\alpha'_q}{1 + \beta'_q} ; \beta_q = \frac{\beta'_q}{1 + \beta'_q}$$

et

$$\alpha_v = \frac{\alpha'_v}{1 + \beta'_v} ; \beta_v = \frac{\beta'_v}{1 + \beta'_v}$$

3. Les seuils de veto

Pour définir les seuils de veto associés à chaque pseudo-critère, l'utilisateur a le choix entre quatre formes linéaires. A chaque forme de seuil de veto, on associe un code : 0, 1, 2 ou 3. On aura :

- * CODE = 0 : $v_j[g_j(a)] = \alpha + \beta * g_j(a)$;
- * CODE = 1 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + \alpha/k_j$;
- * CODE = 2 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + [\alpha * g_j(a)]/k_j$;
- * CODE = 3 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + [\alpha * g_j(a)]/k_j + \beta/k_j$.

En fonction du CODE veto qu'il aura choisi, l'utilisateur devra donc préciser un ou deux coefficients. Pour le CODE 0 et 3, il faut indiquer les valeurs de α et β et, pour le CODE 1 et 2, la valeur de α .

Lorsque l'on est dans le CAS 3 ou le CAS 4, le programme recalcule les coefficients associés aux différents seuils de façon à obtenir des seuils directs. La transformation des coefficients repose sur l'hypothèse que les seuils sont de la forme $seuil[g_j(a)] = \alpha + \beta * g_j(a)$, ce qui n'est pas le cas pour les CODES veto 1, 2 et 3. Donc, préalablement à la transformation éventuelle des seuils inverses en seuils directs, le programme recalcule les coefficients du seuil de veto afin d'obtenir la forme générale citée ci-dessus.

Soit $v_j[g_j(a)] = \alpha_v + \beta_v * g_j(a)$.

On aura les transformations suivantes :

* CODE 0 : $v_j[g_j(a)] = \alpha + \beta g_j(a) = \alpha_v + \beta_v * g_j(a)$, donc
 $\alpha_v = \alpha$ et $\beta_v = \beta$.

* CODE 1 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + \alpha/k_j = \alpha_p + \beta_p * g_j(a) + \alpha/k_j$
 $= (\alpha_p + \alpha/k_j) + \beta_p * g_j(a) = \alpha_v + \beta_v * g_j(a)$,
donc $\alpha_v = \alpha_p + \alpha/k_j$ et $\beta_v = \beta_p$.

* CODE 2 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + [\alpha * g_j(a)]/k_j$
 $= \alpha_p + \beta_p * g_j(a) + (\alpha/k_j) * g_j(a)$
 $= \alpha_p + (\beta_p + \alpha/k_j) * g_j(a) = \alpha_v + \beta_v * g_j(a)$,
donc $\alpha_v = \alpha_p$ et $\beta_v = \beta_p + \alpha/k_j$.

* CODE 3 : $v_j[g_j(a)] = p_j[g_j(a)] + (\alpha * g_j(a))/k_j + \beta/k_j$
 $= \alpha_p + \beta_p * g_j(a) + (\alpha/k_j) * g_j(a) + \beta/k_j$
 $= (\alpha_p + \beta/k_j) + (\beta_p + \alpha/k_j) * g_j(a) = \alpha_v + \beta_v * g_j(a)$,
donc $\alpha_v = \alpha_p + \beta/k_j$ et $\beta_v = \beta_p + \alpha/k_j$.

ANNEXE II : ELECTRE III
CONSTRUCTION DE LA RELATION DE SURCLASSEMENT FLOUE PAR LE
CALCUL DES INDICES DE CONCORDANCE ET DE DISCORDANCE

1. Objectif et nature des données

Objectif

En vue de classer les actions entre elles, l'objectif premier est de calculer un indicateur qui sera appelé degré de crédibilité. Il exprimera, pour toute paire d'actions (a, b) , quel est le degré de crédibilité que l'on peut accorder à la proposition "a est au moins aussi bon que b".

Nature des données

Soit A un ensemble d'actions : $|A| = n$. Soit F une famille cohérente de critères : $F = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$; $|F| = m$.

Chaque action $a \in A$ est évaluée sur l'ensemble des critères. On associe donc à $a \in A$ un vecteur d'évaluation $g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_m(a))$. De plus, ces évaluations sont obtenues avec une plus ou moins grande précision. On n'a donc pas des vrais critères mais des pseudo-critères (voir définition en ANNEXE I).

Soit q_j et p_j respectivement les seuils d'indifférence et de préférence stricte associés au pseudo-critère j . Soit une paire d'actions (a, b) telle que $g_j(a) \geq g_j(b)$; si les seuils sont calculés dans le sens direct (i.e. à partir de la valeur la moins préférée), alors la préférence partielle suivant le pseudo-critère j s'exprime de la façon suivante :

Si $g_j(a) - g_j(b) > p_j(g_j(b))$: a est préféré à b sur le critère j .

Si $q_j(g_j(b)) < g_j(a) - g_j(b) \leq p_j(g_j(b))$: a est faiblement préféré à b sur le critère j .

Si $0 \leq g_j(a) - g_j(b) \leq q_j(g_j(b))$: a est indifférent à b sur le critère j .

Enfin, on dote la famille de critères F d'une pondération :

$$\underline{k} = (k_1, k_2, \dots, k_m)$$

qui exprime l'importance relative des différents pseudo-critères.

EXEMPLE DE REFERENCE

Nous nous appuierons sur un exemple pour une meilleure compréhension des algorithmes qui vont être détaillés ci-après.

Soit 8 voitures évaluées sur quatre critères. Les critères sont :

- la consommation à 120 km/h ;
- le prix ;
- la vitesse maximale ;
- l'espace intérieur.

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des données nécessaires à la construction de la relation de surclassement floue en MODE 1. Pour chaque critère, on indique :

- par type de seuil, les valeurs des coefficients α et β ;
- le sens de variation des préférences (croissant ou décroissant avec les évaluations) ;

- le mode de calcul des seuils (seuils directs ou inverses) ;
- la forme linéaire choisie pour le calcul du seuil de veto (cf. ANNEXE I).

<u>CRITERES</u>	C-120	PRIX	V-MAX	ESPACE
POIDS	3	3	2	2
SENS	DECROISSANT 0	DECROISSANT 0	CROISSANT 1	CROISSANT 1
SEUILS	DIRECT 1	INVERSE 0	DIRECT 1	INVERSE 0
INDIFFERENCE	0.10 ; 0.05	500 ; 0.02	5 ; 0	0 ; 0.05
PREF. STRICTE	0.10 ; 0.10	1 000 ; 0.10	0 ; 0.10	0 ; 0.10
CODE VETO	0	0	0	0
VETO	0.20 ; 0.15	2 000 ; 0.15	10 ; 0.10	0.4 ; 0.10
<u>ACTIONS</u>				
1 VW GOLF C	7.8	41 360	140	6.13
2 R9 GTL	7.5	45 700	150	6.70
3 GSA X1	8.2	46 450	160	6.63
4 P305 GR	8.4	48 200	153	6.91
5 TALBOT HOR. GLS	8.5	48 800	164	6.65
6 AUDI 80 CL	7	50 830	148	7.36
7 R18 GTL	8.1	51 700	155	7.40
8 ALFA SUD TI-NR	7.8	52 500	170	6.19

2. Calcul de l'indice de concordance associé à chaque pseudo-critère

Soit une paire d'actions (a, b) ; on recherche les valeurs $c_j(a, b)$ et $c_j(b, a)$ qui expriment dans quelle mesure on peut affirmer que, sur le critère j , respectivement "a est au moins aussi bon que b" et "b est au moins aussi bon que a".

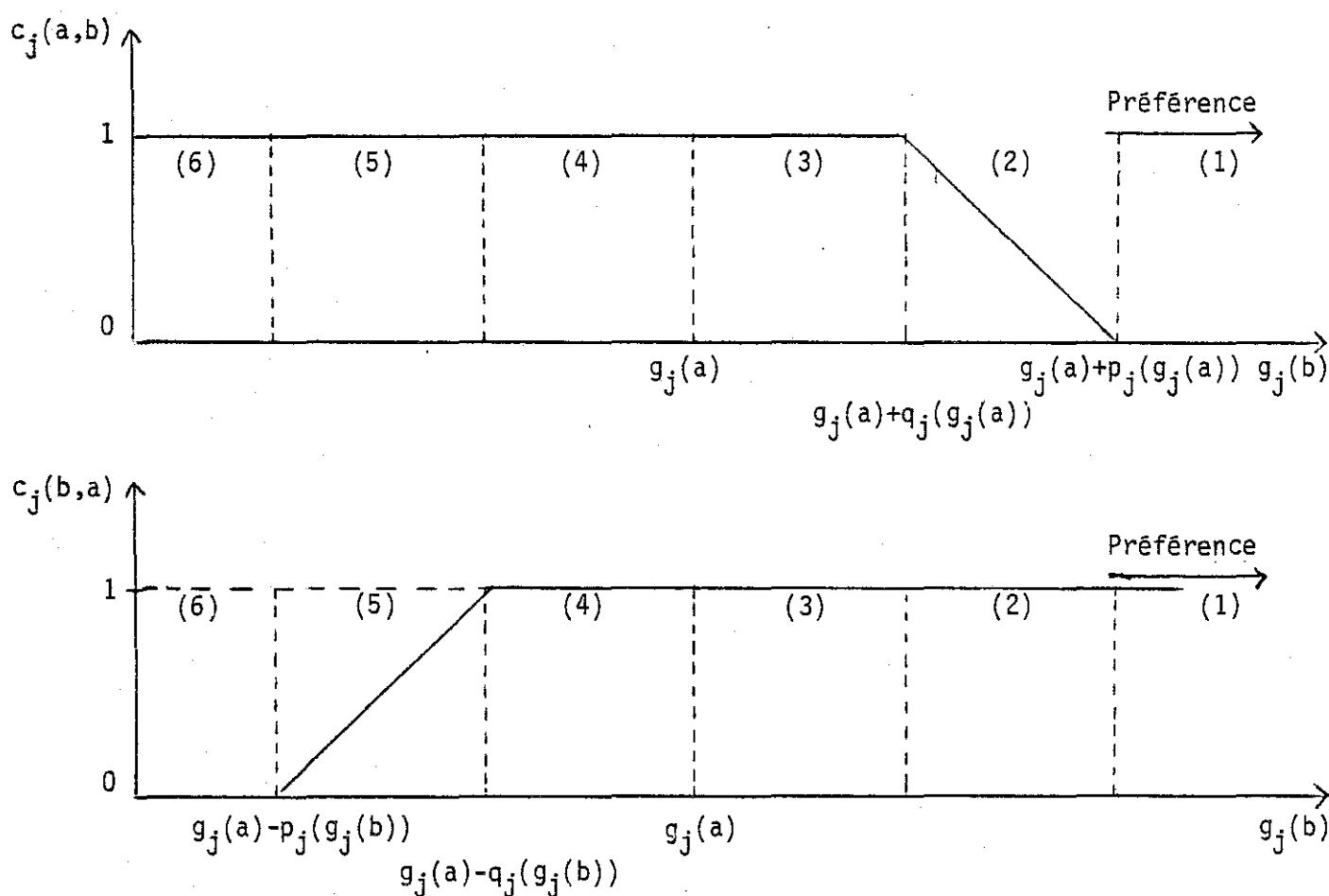
Les variations de $c_j(a, b)$ et de $c_j(b, a)$ peuvent être appréciées dans quatre contextes différents :

- pour le critère j les préférences vont croissant avec les évaluations et les seuils sont directs (CAS 1) ou inverses (CAS 2) ;
- pour le critère j les préférences vont décroissant avec les évaluations et les seuils sont directs (CAS 3) ou inverses (CAS 4).

Remarque : Nous présenterons les variations conjointes de $c_j(a, b)$ et $c_j(b, a)$ pour le CAS 1 uniquement. Pour les autres cas, afin de ne pas trop alourdir ce document, seule l'étude des variations de $c_j(a, b)$ sera examinée.

CAS 1

Pour $g_j(a)$ fixé, les figures ci-dessous représentent les variations de $c_j(a, b)$ et de $c_j(b, a)$ en fonction des variations de $g_j(b)$. On suppose que les seuils sont directs, i.e. calculés à partir de la valeur la moins préférée.



Autrement dit, si $g_j(b)$ se situe dans l'intervalle :

$$(1) (*) \quad g_j(b) > g_j(a) + p_j[g_j(a)] \Rightarrow \begin{cases} c_j(a, b) = 0 \\ c_j(b, a) = 1 \end{cases}$$

b est strictement préféré à a sur le critère j.

$$(2) \quad g_j(a) + q_j[g_j(a)] < g_j(b) \leq g_j(a) + p_j[g_j(a)] \Rightarrow \begin{cases} 0 < c_j(a, b) \leq 1 \\ c_j(b, a) = 1 \end{cases}$$

b est faiblement préféré à a sur le critère j.

ou (3) $g_j(a) - q_j[g_j(b)] \leq g_j(b) \leq g_j(a) + q_j[g_j(a)] \Rightarrow \begin{cases} c_j(a, b) = 1 \\ c_j(b, a) = 1 \end{cases}$

b est indifférent à a ; a est indifférent à b sur le critère j.

$$(4) \quad g_j(a) - p_j[g_j(b)] \leq g_j(b) < g_j(a) - q_j[g_j(b)] \Rightarrow \begin{cases} c_j(a, b) = 1 \\ 0 < c_j(b, a) \leq 1 \end{cases}$$

a est faiblement préféré à b sur le critère j.

$$(5) \quad g_j(b) < g_j(a) - p_j[g_j(b)] \Rightarrow \begin{cases} c_j(a, b) = 1 \\ c_j(b, a) = 0 \end{cases}$$

a est strictement préféré à b sur le critère j.

Remarques

Lorsque $g_j(b)$ se trouve dans l'intervalle (2), on a : $c_j(b, a) = 1$ tandis que $c_j(a, b)$ est obtenu par interpolation linéaire :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(b) - g_j(a)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]},$$

la formule générale étant :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a), p_j[g_j(a)]]}{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a), q_j[g_j(a)]]}.$$

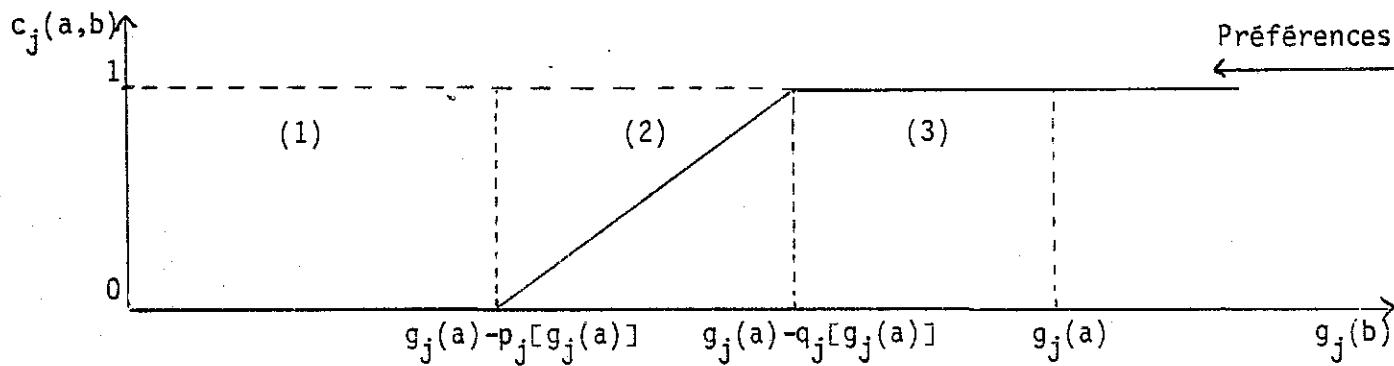
(*) Les conventions aux bornes des intervalles sont celles de Roy (1978). Elles n'ont cependant aucune influence sur le résultat des calculs.

CAS 2 Indice de concordance

Les préférences sont décroissantes avec les évaluations et les seuils sont directs (par exemple pour le critère c-120, consommation à 120 km/h). Ils seront donc calculés à partir de l'évaluation la plus importante, i.e. action la moins préférée. On a :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(a) - g_j(b); p_j[g_j(a)]]}{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(a) - g_j(b); q_j[g_j(a)]]},$$

soit graphiquement :



Si $g_j(b)$ est dans l'intervalle

(1), alors $g_j(a) - g_j(b) > p_j[g_j(a)]$: b est strictement préféré à a sur le critère j et $c_j(a, b) = 0$;

(2), alors $q_j[g_j(a)] < g_j(a) - g_j(b) \leq p_j[g_j(a)]$: b est faiblement préféré à a sur le critère j et $0 < c_j(a, b) \leq 1$;

(3), alors $g_j(a) - g_j(b) \leq q_j[g_j(b)]$ et $c_j(a, b) = 1$.

Remarque : Lorsque $c_j(a, b)$ est obtenu par interpolation, on a :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(a) - g_j(b)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]}.$$

Pour les CAS 3 et 4, les seuils sont inverses ; le programme les transforme automatiquement en seuils directs (cf. ANNEXE 1). On a ainsi :

CAS 3 Après transformation des coefficients associés aux seuils d'indifférence, de préférence stricte et de veto, on passe au CAS 1.

CAS 4 Par la même opération, le CAS 4 se ramène au CAS 2.

APPLICATIONS A L'EXEMPLE DE REFERENCE

- Exemple 1

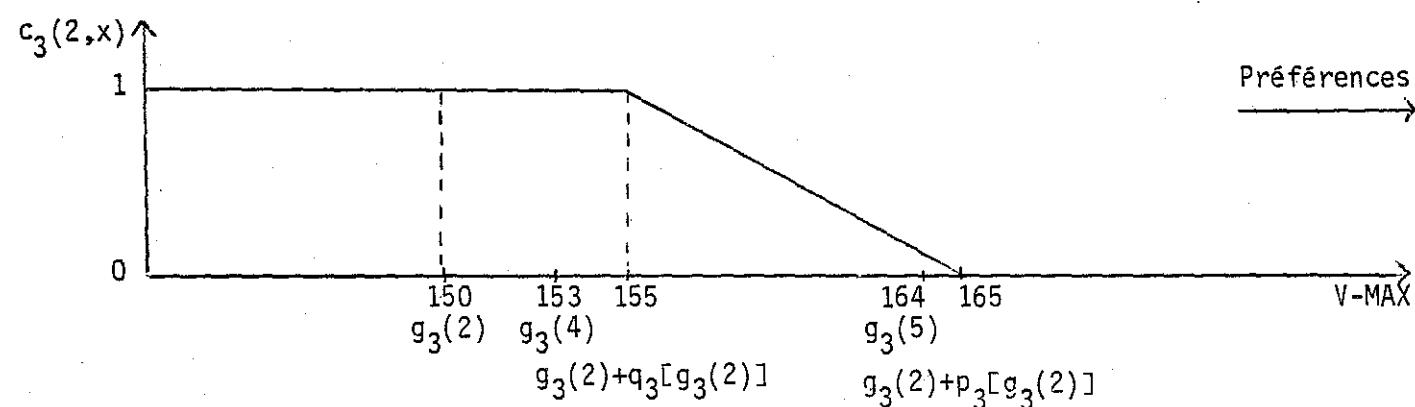
Calculons $c_3(2, 4)$ et $c_3(2, 5)$. On a :

NOM DE L'ACTION	V-MAX
2 R9 GTL	150
4 P305 GR	153
5 TALBOT	164

Pour le critère 3, les préférences vont croissant avec les évaluations et les seuils sont directs. On calcule donc :

$$\begin{aligned}q_3(150) &= 5 + 0 * (150) = 5, \\p_3(150) &= 0 + 0.10(150) = 15, \\g_3(2) + q_3[g_3(2)] &= 150 + 5 = 155, \\g_3(2) + p_3[g_3(2)] &= 150 + 15 = 165.\end{aligned}$$

Observons l'évolution de $c_3(2, x)$ pour $g(x) \geq g(2)$.



On obtient $c_3(2, 4) = 1$ et, par interpolation, en reprenant la formule :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(b) - g_j(a)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]}, \text{ on a :}$$

$$c_3(2, 5) = \frac{p_3(2) - [g_3(5) - g_3(2)]}{p_3(2) - q_3[g_3(2)]} = \frac{15 - (164 - 150)}{15 - 5} = \frac{1}{10} = 0.10.$$

Remarque : Si on veut obtenir $c_3(2, 1)$

	V-MAX
1 - VW GOLF C	140
2 - P305 GR	150

Il est inutile de recalculer les seuils d'indifférence et de préférence à partir de la valeur la moins préférée : 140 puisque $g_3(2) \geq g_3(1)$ on a : $c_3(2, 1) = 1$.

Exemple 2

Calculons $c_1(6, 2)$ et $c_1(7, 2)$

	C-120
2 R9 GTL	7.5
6 AUDI 80 CL	7.
7 R18 GTL	8.1

Pour le critère 1, les évaluations vont décroissant avec les préférences et les seuils calculés sont directs. On voit immédiatement que l'action 6 est meilleure que l'action 2 sur ce critère (elle consomme moins), donc $c_1(6, 2) = 1$. Il reste à comparer l'action 7 et l'action 2. Les seuils étant directs, on calcule :

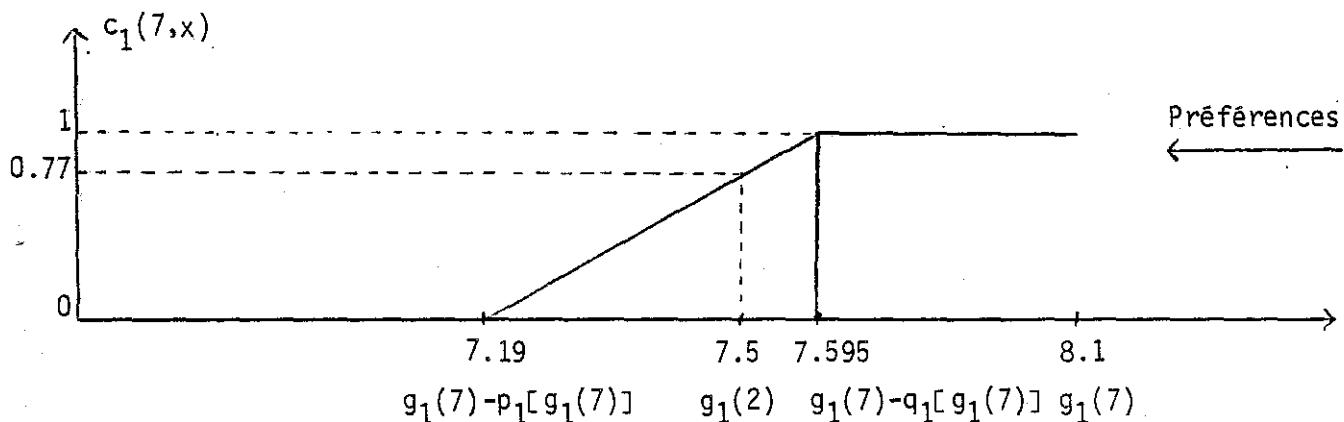
$$q_1(8.1) = 0.10 + 0.05 * 8.1 = 0.505$$
$$p_1(8.1) = 0.10 + 0.10 * 8.1 = 0.91,$$

d'où :

$$g_1(7) - q_1[g_1(7)] = 8.1 - 0.505 = 7.595,$$

$$g_1(7) - p_1[g_1(7)] = 8.1 - 0.91 = 7.19.$$

Etudions les variations de $c_1(7, x)$ pour x meilleur que 7 sur le critère 1.



Lorsque les préférences vont décroissant avec les évaluations et que l'on a des seuils directs, on a :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - \min[g_j(a) - g_j(b); p_j[g_j(a)]]}{p_j[g_j(a)] - \min[g_j(a) - g_j(b); q_j[g_j(a)]]}.$$

Dans l'intervalle d'interpolation, la formule devient :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(a) - g_j(b)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]},$$

$$\text{donc } c_1(7, 2) = \frac{0.91 - (8.1 - 7.5)}{0.91 - 0.505} = \frac{0.31}{0.405} = 0.77.$$

- Exemple 3

Calculons $c_4(1, 6)$ et $c_4(2, 6)$.

ESPACE	
1 VW GOLF C	6.13
2 R8 GTL	6.70
6 AUDI 80 CL	7.36

Pour le critère 4, les préférences croissent avec les évaluations et les seuils sont inverses. Il s'agit donc de transformer les coefficients α' et β' des seuils d'indifférence et de préférence de façon à ce que l'on puisse calculer des seuils directs.

Soit α et β les coefficients des seuils directs ; on aura, pour le seuil d'indifférence (cf. ANNEXE I) :

$$\alpha_q = \frac{\alpha'_q}{1 - \beta'_q} = 0$$
$$\beta_q = \frac{\beta'_q}{1 - \beta'_q} = \frac{0.05}{1 - 0.05} = 0.0526$$

et, pour le seuil de préférence :

$$\alpha_p = \frac{\alpha'_p}{1 - \beta'_p} = 0$$
$$\beta_p = \frac{\beta'_p}{1 - \beta'_p} = \frac{0.1}{1 - 0.1} = 0.111,$$

ce qui nous donne :

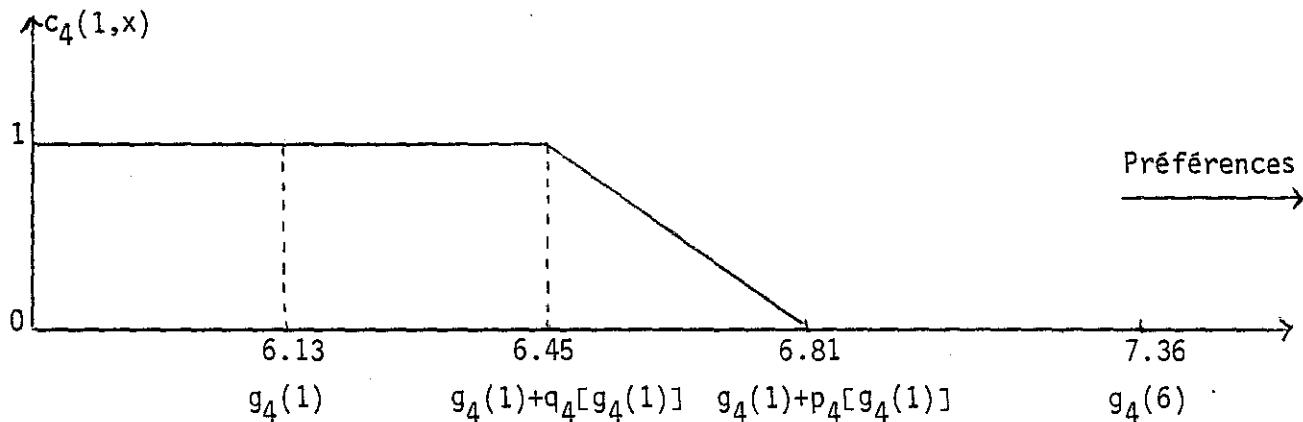
$$q_4(6.13) = 0 + 0.0526 * (6.13) = 0.322$$

$$p_4(6.13) = 0 + 0.111 * (6.13) = 0.681.$$

Pour déterminer $c_4(1, 6)$, étudions l'évolution de $c_4(1, x)$ pour x meilleur que 1. Les points remarquables sont :

$$g_4(1) + q_4[g_4(1)] = 6.13 + 0.32 = 6.45$$

$$g_4(1) + p_4[g_4(1)] = 6.13 + 0.68 = 6.81.$$



$$\text{On a : } c_4(1, 6) = 0.$$

Pour déterminer $c_4(2, 6)$, on utilise à nouveau les coefficients transformés correspondant aux seuils directs. Les seuils sont donc calculés à partir de $g_4(2)$.

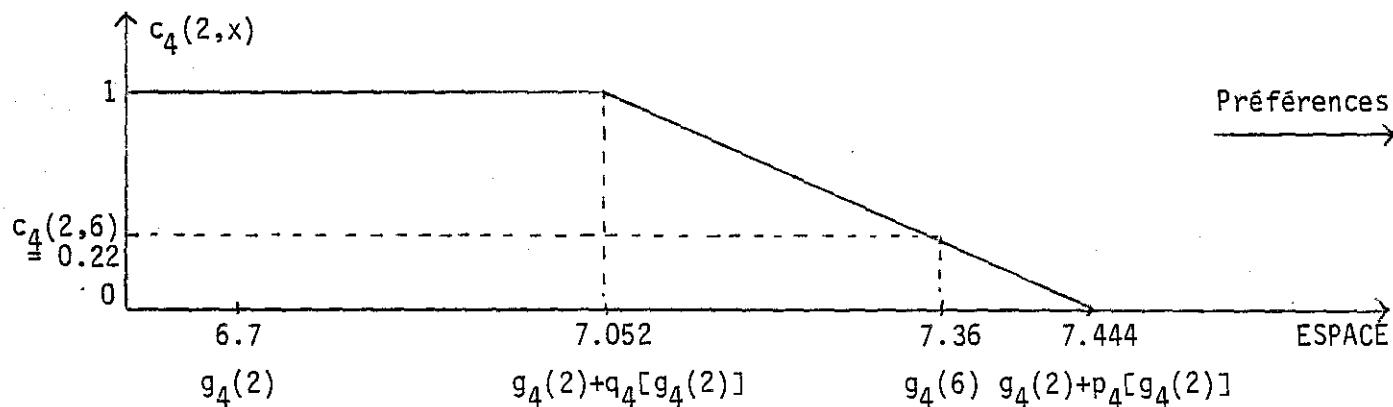
$$q_4(6.70) = 0 + 0.0526 * (6.70) = 0.352$$

$$p_4(6.70) = 0 + 0.111 * (6.70) = 0.744,$$

d'où :

$$g_4(2) + q_4(2) = 6.70 + 0.352 = 7.052$$

$$g_4(2) + p_4(2) = 6.70 + 0.744 = 7.444.$$



On s'est ramené ici au CAS 1, donc partant de la formule générale

$$c(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a); p_j[g_j(a)]]}{p_j[g_j(a)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a); q_j[g_j(a)]]},$$

ce qui nous donne, dans l'intervalle d'interpolation :

$$c(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(b) - g_j(a)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]},$$

donc

$$c_4(2, 6) = \frac{p_4[g_4(2)] - [g_4(6) - g_4(2)]}{p_4[g_4(2)] - q_4[g_4(2)]} = \frac{0.744 - 7.36 + 6.7}{0.744 - 0.352} = \frac{0.084}{0.392}$$
$$c_4(2, 6) = 0.2154 \approx 0.22.$$

- Exemple 4

Calculons $c_2(2, 1)$.

PRIX		
1	VW GOLF C	41 360
2	R9 GTL	45 700

Sur le critère 2, les seuils sont inverses ; il faut calculer les coefficients correspondant aux seuils directs.

Pour le seuil d'indifférence q (sens direct), on a, lorsque les préférences sont décroissantes avec les évaluations (cf. ANNEXE I) :

$$\alpha'_q = \frac{\alpha'_q}{1 + \beta'_q} = \frac{500}{1 + 0.02} = 490.2$$

$$\beta'_q = \frac{\beta'_q}{1 + \beta'_q} = \frac{0.02}{1 + 0.02} = 0.0196$$

et, pour le seuil de préférence p calculé dans le sens direct :

$$\alpha_p = \frac{\alpha'}{1 + \beta_p} = \frac{1\ 000}{1 + 0.1} = 909.1$$

$$\beta_p = \frac{\beta'}{1 + \beta_p} = \frac{0.1}{1 + 0.1} = 0.0909.$$

On obtient :

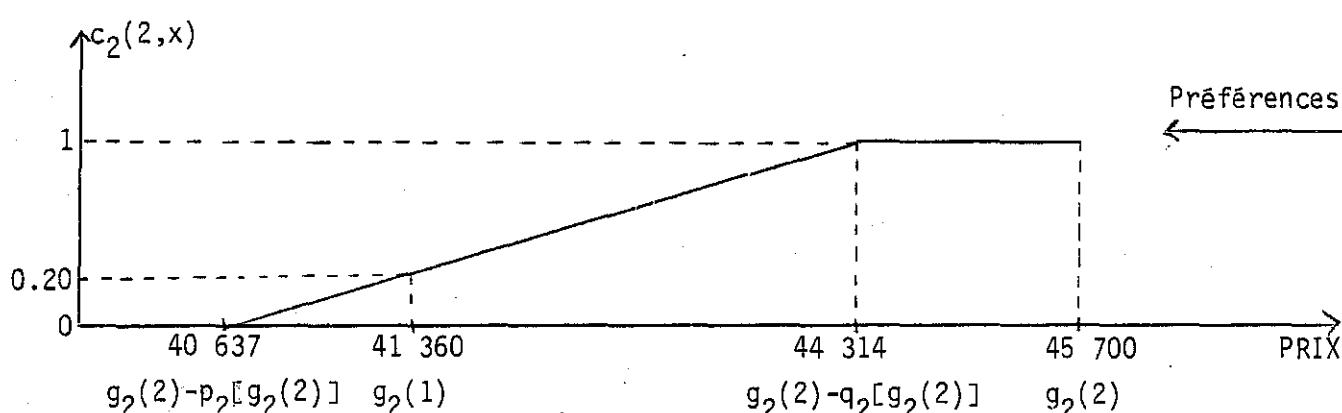
$$q_2[g_2(2)] = \alpha + \beta * g_2(2) = 490.2 + 0.0196 * (45\ 700) = 1\ 386$$

$$g_2(2) - q_2[g_2(2)] = 45\ 700 - 1\ 386 = 44\ 314$$

$$p_2[g_2(2)] = \alpha + \beta * g_2(2) = 909.1 + 0.0909 * (45\ 700) = 5\ 063$$

$$g_2(2) - p_2[g_2(2)] = 45\ 700 - 5\ 063 = 40\ 637.$$

Observons l'évolution de $c_2(2, x)$ pour x meilleur que 2 (donc moins cher).



On s'est ramené au CAS 2 donc, partant de la formule générale

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - \min[g_j(a) - g_j(b); p_j[g_j(a)]]}{p_j[g_j(a)] - \min[g_j(a) - g_j(b); p_j[g_j(a)]]},$$

on a pour l'interpolation :

$$c_j(a, b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(a) - g_j(b)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]}$$

donc :

$$c_2(2, 1) = \frac{p_2[g_2(2)] - [g_2(2) - g_2(1)]}{p_2[g_2(2)] - q_2[g_2(2)]} = \frac{5\ 063 - (45\ 700 - 41\ 360)}{5\ 063 - 1\ 386} = \frac{723}{3\ 677} \\ = 0.196 \approx 0.20.$$

De cette façon, on obtient un indice de concordance $c_j(a, b)$ relatif au critère j pour toute paire d'actions (a, b) ; $a, b \in A$, ce qui nous donne les matrices de concordance par critère suivantes :

C-120	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	0.21	1	1
2	1	1	1	1	1	0.93	1	1
3	1	0.54	1	1	1	0	1	1
4	0.81	0.1	1	1	1	0	1	0.81
5	0.59	0	1	1	1	0	1	0.59
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	0.77	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	1	0.21	1	1

PRIX	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.2	1	1	1	1	1	1	1
3	0.01	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0.72	0.92	1	1	1	1	1
5	0	0.58	0.77	1	1	1	1	1
6	0	0.10	0.28	0.72	0.87	1	1	1
7	0	0	0.09	0.51	0.66	1	1	1
8	0	0	0	0.33	0.48	0.96	1	1

V-MAX	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.44	0.	0.11	0	0.67	0	0
2	1	1	0.5	1	0.10	1	1	0
3	1	1	1	1	1	1	1	0.55
4	1	1	0.81	1	0.42	1	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1	0.91
6	1	1	0.29	1	0	1	0.8	0
7	1	1	1	1	0.62	1	1	0.05
8	1	1	1	1	1	1	1	1
ESPACE	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.31	0.51	0	0.45	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0.22	0.11	1
3	1	1	1	1	1	0.02	0	1
4	1	1	1	1	1	0.79	0.69	1
5	1	1	1	1	1	0.07	0	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	0.49	0.68	0	0.63	0	0	1

3. Agrégation des préférences partielles en une relation binaire floue unique

A partir des indices de concordance par critère, on construit la matrice de concordance en tenant compte de l'importance relative de chaque critère.

$$C(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^m k_j * c_j(a, b)}{\sum_{j=1}^m k_j} \text{ exprime dans quelle mesure les évaluations}$$

de a et de b sur tous les critères sont en concordance avec la proposition "a surclasse b". Par exemple :

$$c(1, 2) = \frac{1}{10} * [3 * 1 + 3 * 1 + 2 * 0.44 + 2 * 0.31] = 0.75.$$

On obtient ainsi la matrice de concordance suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.75	0.70	0.62	0.69	0.49	0.6	0.80
2	0.76	1	0.90	1	0.82	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1	1	1	0.50	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1	0.88	0.66	0.94	0.74
5	0.58	0.57	0.93	1	1	0.51	0.80	0.86
6	0.70	0.73	0.64	0.92	0.76	1	0.96	0.80
7	0.70	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1	0.81
8	0.70	0.60	0.64	0.60	0.77	0.55	0.80	1

4. Calcul des indices de discordance

La relation de concordance ainsi définie doit être affaiblie par la notion de discordance. En effet, même si tous les critères sauf un, j_0 , concordent avec l'assertion "a au moins aussi bon que b", il se peut que l'écart $g_{j_0}(b) - g_{j_0}(a)$ soit si grand qu'il devienne impossible de ne pas en tenir compte.

A cet effet, il est nécessaire de calculer, pour chaque paire d'actions (a, b), un ensemble d'indices :

$$\{D_j(a, b), \forall j = 1, \dots, m\}.$$

Chaque valeur $D_j(a, b)$ exprime dans quelle mesure le critère j réfute l'assertion "a au moins aussi bon que b".

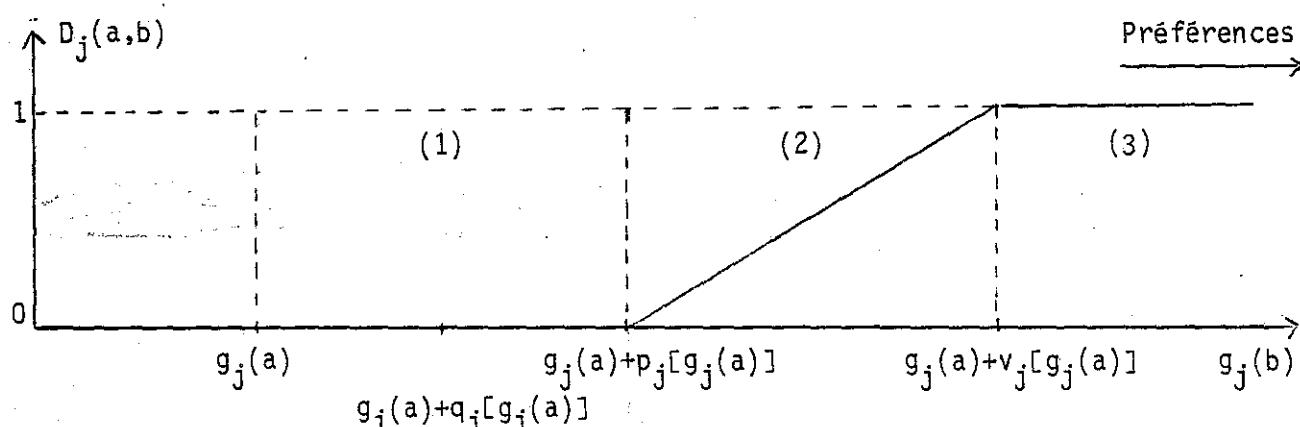
Le calcul des D_j fait intervenir un seuil de veto par critère. La définition et le mode de calcul de ce seuil ont été présentés en ANNEXE I.

CAS 1 Indice de discordance

$D_j(a, b)$ s'exprime de façon générale par la forme suivante :

$$D_j(a, b) = \text{Min}[1, \text{Max}[0 ; \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}]],$$

soit graphiquement :



On voit que, si $g_j(b)$ est dans l'intervalle :

- (1) on a : $g_j(b) - g_j(a) \leq p_j[g_j(a)]$ et $D_j(a, b) = 0$: les évaluations de a et b sur le critère j n'entrent pas en contradiction avec l'affirmation " a surclasse b ".
- (2) alors $p_j[g_j(a)] < g_j(b) - g_j(a) < v_j[g_j(a)]$ et $0 < D_j(a, b) < 1$: les évaluations $g_j(a)$ et $g_j(b)$ entrent faiblement en contradiction avec l'affirmation " a surclasse b ".
- (3) alors $g_j(b) - g_j(a) \geq v_j[g_j(a)]$ et $D_j(a, b) = 1$: les évaluations $g_j(a)$ et $g_j(b)$ interdisent tout surclassement de a par b quelles que soient les évaluations de a et b sur tous les autres pseudo-critères.

Remarque : Lorsque $p_j[g_j(a)] < g(b) - g(a) < v_j[g_j(a)]$, $D_j(a, b)$ est obtenu par interpolation ; on a alors :

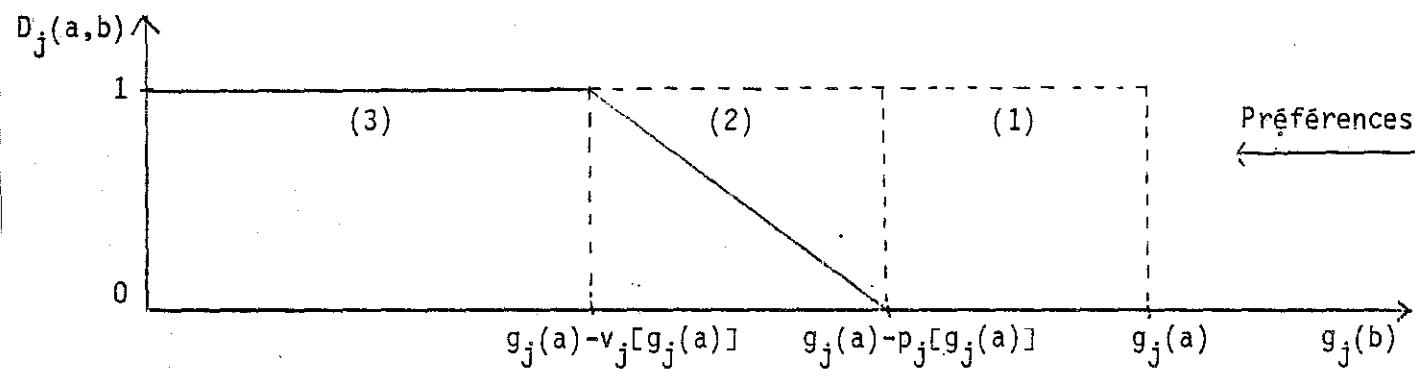
$$D_j(a, b) = \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}$$

CAS 2 Indice de discordance

On a, pour le cas 2 :

$$D_j(a, b) = \text{Min}[1, \text{Max}[0, \frac{g_j(a) - g_j(b) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}]],$$

soit graphiquement :



Si $g_j(b)$ est dans l'intervalle

(1), alors $g_j(a) - g_j(b) \leq p_j[g_j(a)]$ et $D_j(a, b) = 0$;

(2), alors $p_j[g_j(a)] < g_j(a) - g_j(b) < v_j[g_j(a)]$ et $0 < D_j(a, b) < 1$;

(3), alors $g_j(a) - g_j(b) \geq v_j[g_j(a)]$ et $D_j(a, b) = 1$.

Remarque : Dans l'intervalle d'interpolation, on a :

$$D_j(a, b) = \frac{g_j(a) - g_j(b) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}.$$

CAS 3 Lorsque l'on est dans le CAS 3, le programme se ramène au CAS 1 en opérant les transformations suivantes : soit α'_v et éventuellement β'_v les coefficients du seuil de veto introduits par l'utilisateur et correspondant au seuil inverse. On a (cf. ANNEXE I) :

$$\alpha_v = \frac{\alpha'_v}{1 - \beta'_v} \quad \text{et} \quad \beta_v = \frac{\beta'_v}{1 - \beta'_v}.$$

CAS 4 De la même façon, à partir du CAS 4, le programme se replace dans le contexte du CAS 2. On a :

$$\alpha_v = \frac{\alpha'_v}{1 + \beta'_v} \quad \text{et} \quad \beta_v = \frac{\beta'_v}{1 + \beta'_v}.$$

EXEMPLE DE REFERENCE

- Exemple 1 : Calculons $D_3(1, 8)$, $D_3(1, 6)$ et $D_3(1, 3)$.

V-MAX	
1	VW GOLF C
3	GSA X1
6	AUDI 80 CL
8	ALFA-SUD

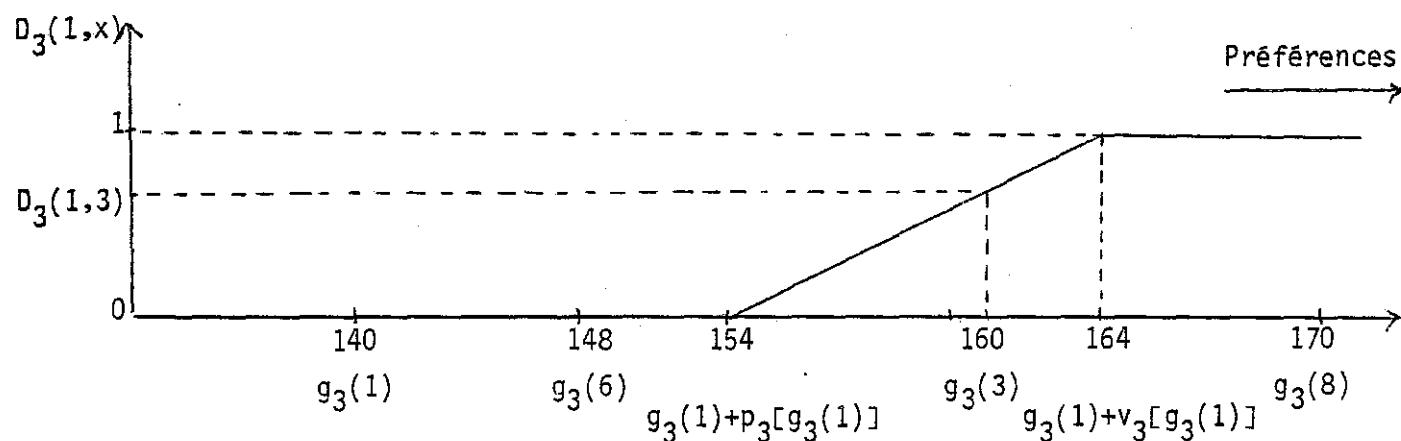
Afin de ne pas trop alourdir l'exemple de référence, les codes VETO de tous les critères ont été fixés à la valeur 0.

Pour le critère V-MAX, les préférences vont croissant avec les évaluations et les seuils sont directs. Les seuils de préférence stricte et de veto seront donc calculés à partir de $g_3(1) = 140$.

$$p_3[g_3(1)] = \alpha + \beta * g_3(1) = 0 + 0.1 * 140 = 14,$$

$$v_3[g_3(1)] = \alpha + \beta * g_3(1) = 10 + 0.1 * 140 = 24.$$

Observons les variations de $D_3(1, x)$ pour x meilleur que 1.



Donc :

$$D_3(1, 8) = 1 \text{ car } g_3(8) - g_3(1) \geq v_3[g_3(1)]$$

$$D_3(1, 6) = 0 \text{ car } g_3(6) - g_3(1) \leq p_3[g_3(1)]$$

$D_3(1, 3)$ est obtenu par interpolation linéaire en appliquant :

$$D_j(a, b) = \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]},$$

d'où

$$D_3(1, 3) = \frac{g_3(3) - g_3(1) - p_3[g_3(1)]}{v_3[g_3(1)] - p_3[g_3(1)]} = \frac{160 - 140 - 14}{24 - 14} = 0.6.$$

- Exemple 2 : Calculons $D_1(5, 1)$, $D_1(5, 3)$ et $D_1(5, 6)$:

C-120

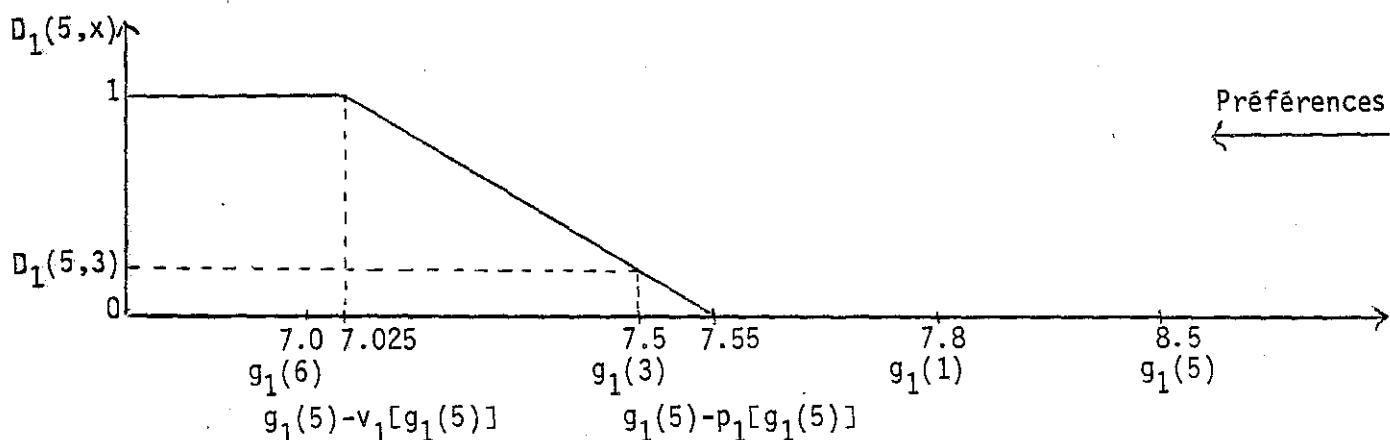
1	VW GOLF C	7.8
3	GSA X1	7.5
5	TALBOT HOR.	8.5
6	AUDI 80 CL	7.0

Sur le critère C-120, les préférences vont décroissant avec les évaluations et les seuils sont directs. On calculera donc les seuils de préférence stricte et de veto à partir de $g_1(5)$:

$$p_1[g_1(5)] = \alpha + \beta * g_1(5) = 0.1 + 0.1 * 8.5 = 0.95$$

$$v_1[g_1(5)] = \alpha + \beta * g_1(5) = 0.2 + 0.15 * 8.5 = 1.475.$$

Observons les variations de $D_1(5, x)$ pour x meilleur que 5.



Donc :

$$D_1(5, 1) = 0 \text{ car } g_1(5) - g_1(1) \leq p_1[g_1(5)]$$

$$D_1(5, 6) = 1 \text{ car } g_1(5) - g_1(6) \geq v_1[g_1(5)]$$

$D_1(5, 3)$ est obtenu par interpolation dans le cas 2 (préférences décroissantes et seuils directs) : on a la formule :

$$D_j(a, b) = \frac{g_j(a) - g_j(b) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]},$$

d'où

$$D_1(5, 3) = \frac{g_1(5) - g_1(3) - p_1[g_1(3)]}{v_1[g_1(3)] - p_1[g_1(3)]} = \frac{8.5 - 7.5 - 0.95}{1.475 - 0.95} = \frac{0.05}{0.525} \approx 0.10$$

- Exemple 3 : Calculons $D_2(7, 1)$, $D_2(7, 2)$, $D_2(7, 5)$.

	PRIX
1 VW GOLF C	41 360
2 R9 GTL	45 700
5 TALBOT HOR.	48 800
7 R18 GTL	51 700

Pour le critère PRIX, les préférences vont décroissant avec les évaluations et les seuils sont inverses. On est dans le cas 4 ; il s'agit donc, préalablement au calcul du seuil de veto, de transformer les valeurs des coefficients α et β de façon à pouvoir calculer les seuils dans le sens direct :

On a les formules de transformation suivantes :

$$\alpha_v = \frac{\alpha'_v}{1 + \beta'_v} \text{ et } \beta_v = \frac{\beta'_v}{1 + \beta'_v}; \quad \alpha_p = \frac{\alpha'_p}{1 + \beta'_p} \text{ et } \beta_p = \frac{\beta'_p}{1 + \beta'_p},$$

donc, pour le seuil de préférence stricte :

$$\alpha_p = \frac{1\ 000}{1 + 0.1} = 909.1 \text{ et } \beta_p = \frac{0.1}{1 + 0.1} = 0.0909$$

et, pour le seuil de veto :

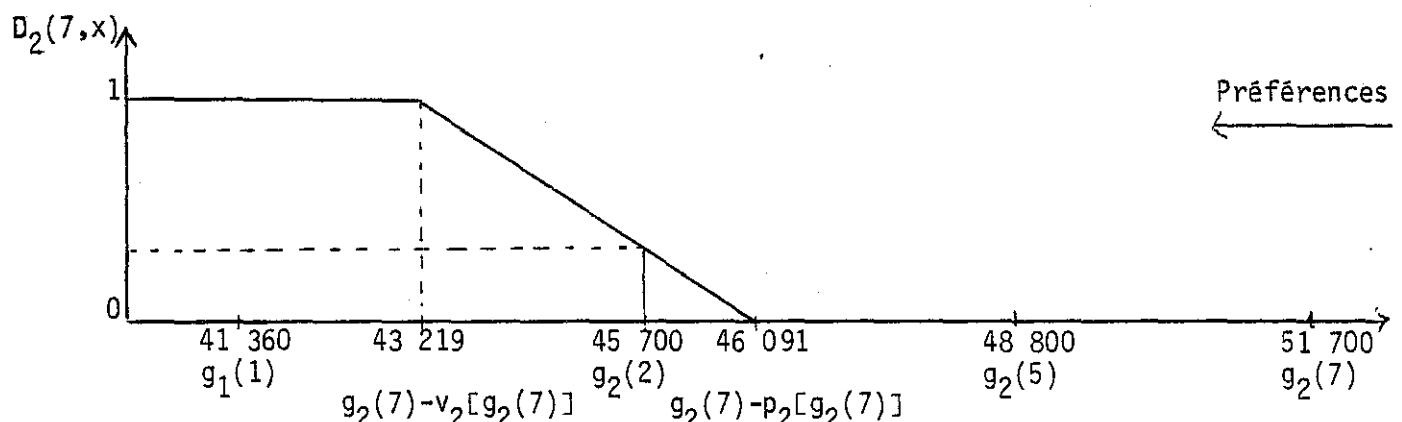
$$\alpha = \frac{2\ 000}{1 + 0.15} = 1\ 739.1 \text{ et } \beta = \frac{0.15}{1 + 0.15} = 0.1304.$$

Dans le sens direct, on déterminera la valeur des seuils à partir de la valeur la moins préférée, donc la plus chère : $g(7)$

$$p_2(7) = \alpha + \beta * g_2(7) = 909.1 + 0.0909 * 51\ 700 = 5\ 609$$

$$v_2(7) = \alpha + \beta * g_2(7) = 1\ 739.1 + 0.1304 * 51\ 700 = 8\ 481.$$

Observons les variations de $D_2(7, x)$ pour x meilleur que 7.



$$D_2(7, 5) = 0 \quad \text{car} \quad g_2(7) - g_2(5) \leq p_2[g_2(7)]$$

$$D_2(7, 1) = 1 \quad \text{car} \quad g_2(7) - g_2(1) > v_2[g_2(7)]$$

$D_2(7, 2)$ est obtenu par interpolation en appliquant

$$D_j(a, b) = \frac{g_j(a) - g_j(b) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}.$$

On a

$$D_2(7, 2) = \frac{g_2(7) - g_2(2) - p_2[g_2(7)]}{v_2[g_2(7)] - p_2[g_2(7)]} = \frac{51700 - 45700 - 5609}{8481 - 5609} = \frac{391}{2872} \approx 0.14.$$

De cette façon, on obtient un indice de discordance $D_j(a, b)$ relatif au critère j pour toute paire d'actions (a, b) ; $a, b \in A$, ce qui nous donne, par critère, les matrices de discordance suivantes :

PRIX	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.57	0	0	0	0	0	0	0
5	0.76	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0.14	0	0	0	0	0	0
8	1	0.38	0.13	0	0	0	0	0

V-MAX	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0.60	0	1	0	0.1	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0.5
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0.17
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0.12	0	0	0.72
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPACE	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0.22	0	1	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0.07	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0.03	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0.07	0	1	1	0

5. La relation de surclassement floue

La relation de surclassement floue, caractérisée pour chaque paire d'actions (a, b) par un degré de crédibilité $d(a, b)$, exprime finalement

dans quelle mesure "a surclasse b" globalement compte-tenu des indices de concordance et de discordance.

Le degré de crédibilité $d(a, b)$ n'est autre que l'indice de concordance $C(a, b)$ affaibli par les indices de discordance $D_j(a, b)$. Cependant, un indice de discordance $D_j(a, b)$ ne contribue à l'affaiblissement de $C(a, b)$ que s'il est suffisamment grand, c'est-à-dire si la condition suivante est remplie :

$$D_j(a, b) > C(a, b).$$

De façon générale, on a :

- si $\bar{F}(a, b) = \{j \in F / D_j(a, b) > C(a, b)\} = \emptyset$, alors $d(a, b) = C(a, b)$;

- si $\bar{F}(a, b) \neq \emptyset$, alors :

$$d(a, b) = C(a, b) * \prod_{j \in \bar{F}(a, b)} \frac{1 - D_j(a, b)}{1 - C(a, b)}.$$

Remarques :

- Si il existe au moins un critère j tel que $D_j(a, b) = 1$, alors $d(a, b) = 0$ quelle que soit l'importance relative de ce critère.

- Si il existe un ou plusieurs critères j tels que $0 \leq C(a, b) < D_j(a, b) < 1$, alors on ne tient pas compte de l'importance relative des critères lorsqu'on affaiblit $C(a, b)$ pour déterminer la valeur de $d(a, b)$.

EXEMPLE DE REFERENCE

A partir de la matrice de concordance globale et des matrices de discordance par critère, calculons :

* $d(1, 2)$: on a $\bar{F}(1, 2) = \emptyset$ car $\forall j, j = 1, 4$, on a : $D_j(1, 2) = 0$, i.e. $\nexists j / D_j(1, 2) > C_j(1, 2)$, donc $d(1, 2) = C(1, 2) = 0.75$.

* $d(5, 6)$: on a $C(5, 6) = 0.51$, $D_1(5, 6) = 1$ et $D_2(5, 6) = D_3(5, 6) = D_4(5, 6) = 0$, i.e. $\bar{F}(5, 6) = \{1\}$, donc

$$d(5, 6) = C(5, 6) * \frac{1 - D_1(5, 6)}{1 - C(5, 6)} = 0.51 * \frac{1 - 1}{1 - 0.51} = 0.$$

* $d(2, 8)$: on a $C(2, 8) = 0.80$, $D_1(2, 8) = D_2(2, 8) = D_4(2, 8) = 0$ et $D_3(2, 8) = 0.50$. Or, $D_2(2, 8) < C(2, 8)$, donc $\bar{F}(2, 8) = \emptyset$. Ainsi $d(2, 8) = 0.80$.

* $d(4, 6)$: on a $C(4, 6) = 0.66$, $D_1(4, 6) = 0.88$, $D_2(4, 6) = D_3(4, 6) = D_4(4, 6) = 0$, $D_1(4, 6) > C(4, 6) \Rightarrow \bar{F}(4, 6) = \{1\}$, donc

$$d(4, 6) = 0.66 * \frac{1 - 0.88}{1 - 0.66} = 0.22.$$

On obtient ainsi la matrice des degrés de crédibilité suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.75	0.70	0.62	0	0	0	0
2	0.76	1	0.90	1	0.82	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1	1	1	0.46	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1	0.88	0.22	0.94	0.74
5	0.33	0.57	0.93	1	1	0	0.80	0.86
6	0	0.73	0.64	0.92	0.76	1	0.96	0.80
7	0	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1	0.81
8	0	0.60	0.64	0.60	0.77	0	0	1

6. Compléments sur les seuils inverses (*)

Cette section présente l'étude des variations des indices de concordance et de discordance lorsque les seuils sont inverses.

(*) Cette section présente des compléments théoriques qui ne sont pas nécessaires à la compréhension de la suite et peuvent être sautés en première lecture.

Remarques préliminaires

De façon générale, les seuils sont de la forme :

$$\text{Seuil}[g_j(a)] = \alpha + \beta * g_j(a).$$

Les coefficients α et β sont fixés par l'utilisateur. Soit α' et β' les coefficients entrant dans le calcul d'un seuil inverse. Le programme transforme ces coefficients α' et β' en coefficients α et β de façon à ce que les seuils calculés soient des seuils directs.

Soit $c'_j(a, b)$ et $D'_j(a, b)$ les indices de concordance et de discordance calculés à l'aide de seuils inverses avec les coefficients α' et β' .

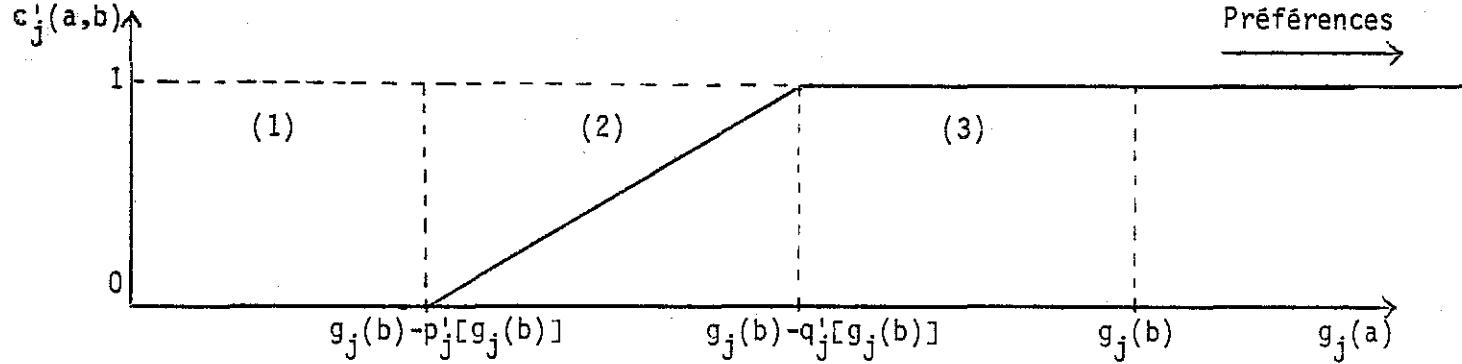
Dans ce qui suit, on notera q' , p' et v' les seuils d'indifférence, de préférence stricte et de veto calculés de façon inverse.

*** Lorsque les préférences vont croissant avec les évaluations, on a :

Indice de concordance

$$c'_j(a, b) = \frac{p'_j[g_j(b)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a) ; p'_j[g_j(b)]]}{p'_j[g_j(b)] - \text{Min}[g_j(b) - g_j(a) ; q'_j[g_j(b)]]}.$$

. Soit a et b les deux actions à comparer et soit b la meilleure sur le pseudo-critère j . Les seuils étant calculés à partir de $g_j(b)$, la figure ci-dessous représentera donc les variations de $c'_j(a, b)$ en fonction des variations $g_j(a)$.



Si $g_j(a)$ est dans l'intervalle

- (1), on a : $g_j(b) - g_j(a) > p_j^*[g_j(b)]$ et $c_j^*(a, b) = 0$;
- (2), on a : $q_j^*[g_j(b)] < g_j(b) - g_j(a) \leq p_j^*[g_j(b)]$ et $0 \leq c_j^*(a, b) < 1$;
- (3), on a : $g_j(b) - g_j(a) \leq q_j^*[g_j(b)]$ et $c_j^*(a, b) = 1$.

Remarque : Lorsque $c_j^*(a, b)$ est obtenu par interpolation, on a :

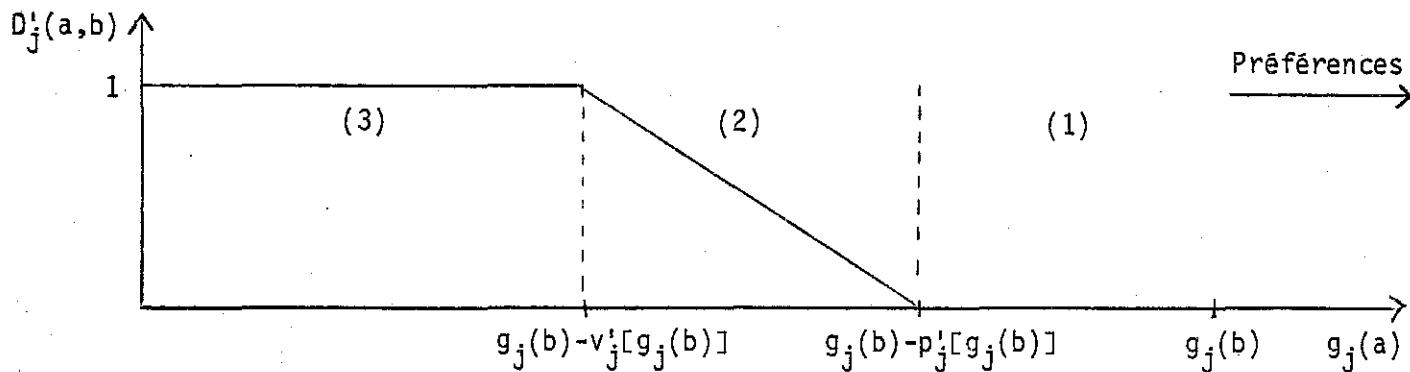
$$c_j^*(a, b) = \frac{p_j^*[g_j(b)] - [g_j(b) - g_j(a)]}{p_j^*[g_j(b)] - q_j^*[g_j(b)]}.$$

Indice de discordance

On a :

$$D_j^*(a, b) = \text{Min}[1, \text{Max}[0, \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j^*[g_j(b)]}{v_j^*[g_j(b)] - p_j^*[g_j(b)]}]],$$

soit graphiquement :



Pour les mêmes raisons que pour l'étude des variations de $c_j(a, b)$ (cf. schéma précédent), on fait varier $g_j(a)$. Si $g_j(a)$ est dans l'intervalle :

- (1), on a : $g_j(b) - g_j(a) \leq p'_j[g_j(b)]$ et $D'_j(a, b) = 0$;
- (2), on a : $p'_j[g_j(b)] < g_j(b) - g_j(a) < v'_j[g_j(b)]$ et $0 < D'_j(a, b) < 1$;
- (3), on a : $g_j(b) - g_j(a) \geq v'_j[g_j(b)]$ et $D'_j(a, b) = 1$.

Dans l'intervalle d'interpolation, on a :

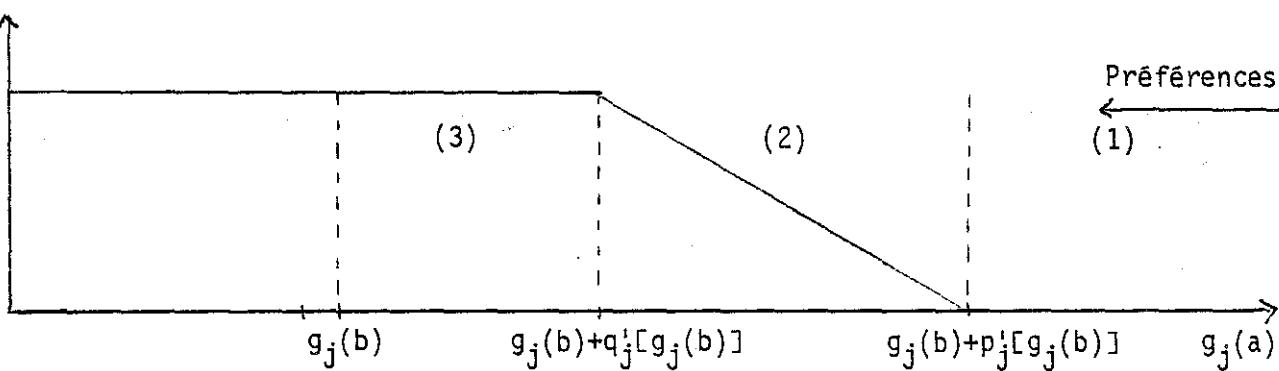
$$D'_j(a, b) = \frac{g_j(b) - g_j(a) - p'_j[g_j(b)]}{v'_j[g_j(b)] - p'_j[g_j(b)]}.$$

** Lorsque les préférences décroissent avec les évaluations, on a :

Indice de concordance

$$c'_j(a, b) = \frac{p'_j[g_j(b)] - \text{Min}[g_j(a) - g_j(b); p'_j[g_j(b)]]}{p'_j[g_j(b)] - \text{Min}[g_j(a) - g_j(b); q'_j[g_j(b)]]},$$

soit graphiquement :



Si $g_j(a)$ est dans l'intervalle

- (1), alors $g_j(a) - g_j(b) > p'_j[g_j(b)]$ et $c'_j(a, b) = 0$;
 (2), alors $p'_j[g_j(b)] < g_j(a) - g_j(b) \leq v'_j[g_j(b)]$ et $0 < c'_j(a, b) < 1$;
 (3), alors $g_j(b) - g_j(a) \geq v'_j[g_j(b)]$ et $c'_j(a, b) = 1$.

Lorsque $c'_j(a, b)$ est obtenu par interpolation, on a :

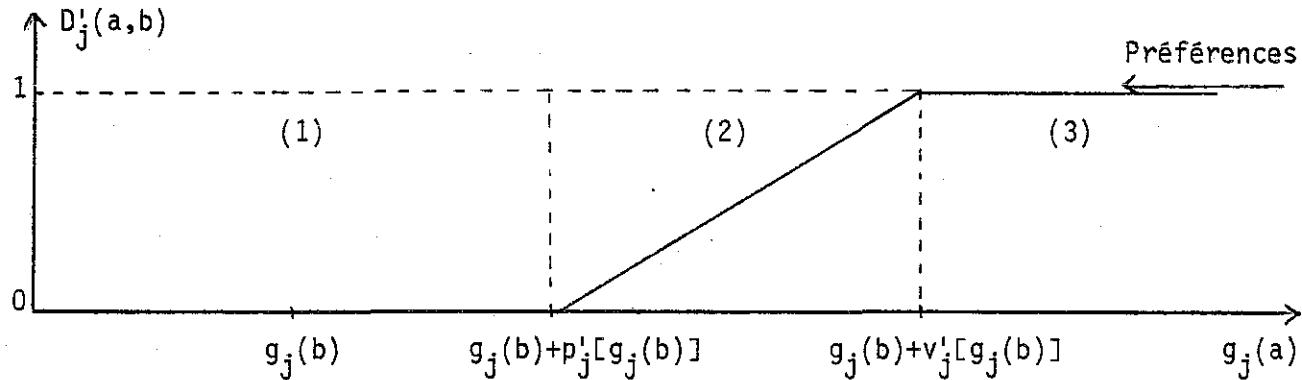
$$c'_j(a, b) = \frac{p'_j[g_j(b)] - [g_j(a) - g_j(b)]}{p'_j[g_j(b)] - v'_j[g_j(b)]}.$$

Indice de discordance

On a, pour le CAS 4 :

$$D'_j(a, b) = \text{Min}[1, \text{Max}[0, \frac{g_j(a) - g_j(b) - p'_j[g_j(b)]}{v'_j[g_j(b)] - p'_j[g_j(b)]}]],$$

soit graphiquement :



Si $g_j(a)$ est dans l'intervalle :

- (1), alors $g_j(a) - g_j(b) \leq p'_j[g_j(b)]$ et $D'_j(a, b) = 0$;
 (2), alors $p'_j[g_j(b)] < g_j(a) - g_j(b) < v'_j[g_j(b)]$ et $0 < D'_j(a, b) < 1$;
 (3), alors $g_j(b) - g_j(a) \geq v'_j[g_j(b)]$ et $D'_j(a, b) = 1$.

Dans l'intervalle d'interpolation, on a :

$$D'_j(a, b) = \frac{g_j(a) - g_j(b) - p'_j[g_j(b)]}{v'_j[g_j(b)] - p'_j[g_j(b)]}.$$

Remarques

Soit $c_j(a, b)$ et $D_j(a, b)$ les indices de concordance et de discordance calculés à l'aide de seuils directs avec les coefficients α et β obtenus par transformation des coefficients α' et β' .

On démontre que (cf. ROY, BOUYSSOU (1983), Annexe 8), dans le CAS 3 et le CAS 4, on a :

$$\begin{aligned} c_j(a, b) = 0 &\Leftrightarrow c'_j(a, b) = 0 & D_j(a, b) = 0 &\Leftrightarrow D'_j(a, b) = 0 \\ c_j(a, b) = 1 &\Leftrightarrow c'_j(a, b) = 1 & D_j(a, b) = 1 &\Leftrightarrow D'_j(a, b) = 1 \end{aligned}$$

mais que, dans la partie interpolation, on a :

- pour le CAS 3 : $c_j(a, b) \geq c'_j(a, b)$, $D_j(a, b) \leq D'_j(a, b)$;
- pour le CAS 4 : $c_j(a, b) \leq c'_j(a, b)$, $D_j(a, b) \geq D'_j(a, b)$.

ANNEXE III : ELECTRE IV
CONSTRUCTION DE LA RELATION DE SURCLASSEMENT FLOUE PAR
L'INTRODUCTION DES RELATIONS DE SURCLASSEMENT EMBOITEES

1. Objectif et nature des données

Lorsque l'utilisateur ne peut pas ou ne désire pas évaluer l'importance relative de chaque pseudo-critère, il devient impossible de construire la matrice de concordance (cf. ANNEXE II) en agrégeant les préférences partielles.

ELECTRE IV utilise quatre relations de surclassement (Sq, Sc, Sp, Sv) pour construire la relation de surclassement floue (cf. communication de ROY au groupe de travail "Méthodes Multicritères et Modèles de Préférence" du 11 mars 1980).

L'emploi de ces quatre relations de surclassement repose sur deux idées directrices :

- aucun critère n'est prépondérant face à un regroupement d'une moitié quelconque des critères ;
- aucun critère n'est négligeable face à un regroupement d'une moitié quelconque des critères.

NOTATIONS

$m_p(b, a)$	nombre de critères pour lesquels b est strictement préféré à a
$m_q(b, a)$	nombre de critères pour lesquels b est faiblement préféré à a
$m_i(b, a)$	nombre de critères pour lesquels b est indifférent à a bien que son évaluation soit meilleure
$m_o(b, a) = m_o(a, b)$	nombre de critères pour lesquels b et a ont la même évaluation

Ce tableau met en évidence quatre cas, les trois premiers d'entre eux donnant naissance à un cas symétrique (permutation du rôle de a et b). Tout critère correspond à un et un seul des sept cas ainsi définis.

On a donc, pour toute paire a, b :

$$m = m_p(b, a) + m_q(b, a) + m_i(b, a) + m_o(b, a) + m_j(a, b) + m_q(a, b),$$
$$m_p(a, b)$$

m : nombre total de critères.

Relations proposées

1.1 Quasi-dominance : S_q

$$b S_q a \Leftrightarrow \begin{cases} m_p(a, b) + m_q(a, b) = 0 \text{ et} \\ m_i(a, b) \leq 1 + m_i(b, a) + m_q(b, a) + m_p(b, a) \end{cases}$$

Des écarts défavorables à b, même inférieurs au seuil d'indifférence, interdisent, lorsqu'ils sont trop nombreux, $b S_q a$ (prise en compte d'effets de cumul).

1.2 Dominance canonique : S_c

$$b S_c a \Leftrightarrow \begin{cases} m_p(a, b) = 0 \text{ et} \\ m_q(a, b) \leq m_p(b, a) \text{ et} \\ m_q(a, b) + m_i(a, b) \leq 1 + m_i(b, a) + m_q(b, a) + m_p(b, a) \end{cases}$$

On a : $S_q \subseteq S_c$

$S_q = S_c$ si $\{j \in F / a Q_j b\} = \emptyset$, i.e. $m_q(a, b) = 0$.

S_c est plus riche que S_q ; toutefois, pour pouvoir tolérer x critères tels que $a Q_j b$, il faut au moins x critères donnant une préférence stricte favorable à b (effet de masque).

1.3 Pseudo-dominance : S_p

$$b S_p a \Leftrightarrow \begin{aligned} m_p(a, b) &= 0 \text{ et} \\ m_q(a, b) &\leq m_q(b, a) + m_p(b, a) \end{aligned}$$

on a : $S_c \subset S_p$: S_p est plus riche que S_c (élargissement de l'effet de masque).

1.4 Veto-dominance : S_v

Soit $v_j[g_j(a)]$ un seuil de veto ; posons :

$$b PV_j a \Leftrightarrow g_j(b) \geq g_j(a) + v_j[g_j(a)].$$

Si $b PV_j a$, alors la préférence en faveur de b selon le critère j est si fortement affirmée qu'elle constitue un veto pour "a surclasse b " quelles que soient les préférences en faveur de a selon les critères autres que j .

$$b S_v a \Leftrightarrow \begin{cases} \text{NON } a PV_j b \forall j \text{ et} \\ \text{SOIT } m_p(a, b) = 0 \\ \text{SOIT } m_p(a, b) = 1 \text{ et} \\ m_p(b, a) \geq \frac{m}{2} \end{cases}$$

Ces quatre relations sont à rapprocher d'une étude (cf. HUGONNARD, ROY (1982)) menée à la RATP où seules deux relations avaient été mises en jeu : le surclassement fort (S_F) et le surclassement faible (S_f).

- Surclassement fort S_F

On a $b S_F a$ si et seulement si :

- il n'existe aucun critère conduisant à préférer strictement a à b
- et le nombre de critères conduisant à préférer faiblement a à b est au plus égal au nombre de critères conduisant à préférer faiblement ou strictement b à a .

soit :

$$b S_F a \Leftrightarrow \begin{cases} m_p(a, b) = 0 \text{ et} \\ m_q(a, b) \leq m_q(b, a) + m_p(b, a) \end{cases}$$

Le surclassement fort (S_F) correspond donc à la pseudo-dominance (S_p) définie précédemment.

- Surclassement faible S_f

On a $b S_f a$ si et seulement si :

. ou bien il n'existe aucun critère conduisant à préférer strictement a à b et la condition additionnelle requise pour qu'il y ait surclassement fort n'est pas vérifiée,

- ou bien il existe un unique critère conduisant à préférer strictement a à b , l'écart étant au plus égal au double du seuil de préférence et b est strictement préféré à a pour la moitié des critères au moins,

soit :

$$b S_f a \Leftrightarrow \begin{cases} m_p(a, b) = 0 \text{ ou} \\ m_p(a, b) = 1 \text{ avec } g_j(a) - g_j(b) \leq 2 p_j[g_j(b)] \text{ et} \\ m_p(b, a) \geq \frac{m}{2} \end{cases}$$

Le surclassement faible (S_f) se rapproche de la veto-dominance définie précédemment.

2. La relation de surclassement floue

Pour chaque paire d'actions (a, b) , on calcule un degré de crédibilité $\epsilon [0, 1]$ qui indiquera dans quelle mesure on peut affirmer que "a surclasse b". On obtient ce degré de crédibilité par la procédure suivante : pour tout couple d'actions (a, b) et sur chaque critère, on vérifie quelles relations, parmi p_j, q_j et I_j , lient a à b . Partant de cet ensemble

de relations, on calcule aisément $m_p(a, b)$, $m_q(a, b)$, $m_i(a, b)$, $m_j(b, a)$, $m_q(b, a)$ et $m_p(b, a)$ pour en déduire quelles relations, parmi S_q , S_c , S_p , S_v , lient a et b. Si il y en a plusieurs, on ne conserve que la dominance la plus forte.

A chaque relation de dominance, on associe, de façon volontariste, une valeur du degré de crédibilité. On a :

- si $a S_q b$, alors $d(a, b) = 1$;
- si $a S_c b$, alors $d(a, b) = 0.8$;
- si $a S_p b$, alors $d(a, b) = 0.6$;
- si $a S_v b$, alors $d(a, b) = 0.35$.

Si aucune relation parmi $\{S_q, S_c, S_p, S_v\}$ ne lie a et b, alors $d(a, b) = 0$.

En procédant ainsi pour toute paire d'actions (a, b), on obtient la matrice des degrés de crédibilité.

Remarque

Le fait d'associer une valeur du degré de crédibilité à chaque relation de dominance n'est qu'un artifice mis en jeu pour pouvoir employer l'algorithme de classement qui prend, pour point de départ, une matrice de comparaison des actions par paire avec des indicateurs compris entre 0 et 1.

Les valeurs associées à chaque relation de dominance sont étroitement liées aux différents niveaux que prendra le seuil de coupe au cours des différentes étapes du classement (cf. ANNEXE IV).

Le seuil standard $s(\lambda)$ imposé en MODE 2 ($\alpha = 0.30$ et $\beta = -0.15$) fait que :

- à la première étape du classement, seule la dominance la plus forte parmi celles qui auront été vérifiées sera prise en compte ;

- à la seconde étape du classement, ce sont les deux dominances les plus fortes qui interviendront pour le classement des actions, etc. (*) .

L'utilisateur choisit, parmi les quatre relations S_q , S_c , S_p , S_v , celles qu'il désire voir prises en compte par le programme. Par exemple, s'il décide de n'employer que S_q et S_c , les degrés de crédibilité ne pourront que prendre les valeurs 1, 0.8 ou 0.

EXEMPLE DE REFERENCE

Les données de l'exemple de référence sont identiques à celles de l'Annexe 2, à l'exception des poids.

Calculs :

Exemple : $d(1, 4)$ et $d(4, 1)$. On a :

	C-120	PRIX	V-MAX	ESPACE
1 VW GOLF C	7.8	41 360	140	6.13
4 P 305 GR	8.4	48 200	153	6.91

- Pour le critère C-120, les préférences vont décroissant avec les évaluations et les seuils sont directs. Pour comparer l'action 1 et 4 sur ce critère, on calculera donc :

$$q_1[g_1(4)] = 0.1 + 0.05 * g_1(4) = 0.1 + 0.05 * 8.4 = 0.52$$

$$p_1[g_1(4)] = 0.1 + 0.1 * g_1(4) = 0.1 + 0.1 * 8.4 = 0.94$$

$$g_1(4) - q_1[g_1(4)] = 8.4 - 0.52 = 7.88$$

$$g_1(4) - p_1[g_1(4)] = 8.4 - 0.94 = 7.46$$

et $g_1(1) = 7.8$.

On a donc $g_1(4) - p_1[g_1(4)] \leq g_1(1) < g_1(4) - q_1[g_1(4)]$, d'où la relation 1 Q 4 sur le critère C-120.

(*) Cf. Annexe V, Jeu d'essai n° 2.

- Pour le critère PRIX, les préférences vont décroissant avec les évaluations et les seuils sont inverses. On calcule donc :

$$q_2[g_2(1)] = 500 + 0.02 * 41\ 360 = 1\ 327$$

$$p_2[g_2(1)] = 1\ 000 + 0.1 * 41\ 360 = 5\ 136$$

$$g_2(1) + q_2[g_2(1)] = 41\ 360 + 1\ 327 = 42\ 687$$

$$g_2(1) + p_2[g_2(1)] = 41\ 360 + 5\ 136 = 46\ 496$$

et $g_2(4) = 48\ 200$,

donc $g_2(1) + p_2[g_2(1)] < g_2(4)$, d'où 1 P 4 sur le critère PRIX.

- Pour le critère V-MAX, les préférences vont croissant avec les évaluations et les seuils sont directs.

$$q_3[g_3(1)] = 5 + 0 * g_3(1) = 5$$

$$p_3[g_3(1)] = 0 + 0.10 * 140 = 140$$

$$g_3(1) + q_3[g_3(1)] = 140 + 5 = 145$$

$$g_3(1) + p_3[g_3(1)] = 140 + 14 = 154$$

et $g_3(4) = 153$,

donc $g_3(1) + q_3[g_3(1)] < g_3(4) \leq g_3(1) + p_3[g_3(1)]$, d'où 4 Q 1 sur le critère V-MAX.

- Pour le critère ESPACE, les préférences vont croissant avec les évaluations et les seuils sont inverses.

$$q_4[g_4(4)] = 0 + 0.05 * g_4(4) = 0.05 * 6.91 = 0.345$$

$$p_4[g_4(4)] = 0 + 0.1 * g_4(4) = 0.1 * 6.91 = 0.691$$

$$g_4(4) - q_4(4) = 6.91 - 0.345 = 6.565$$

$$g_4(4) - p_4(4) = 6.91 - 0.691 = 6.219$$

et $g_4(1) = 6.13$,

donc $g_4(1) \leq g_4(4) - p_4(4)$, d'où la relation 4 P 1 sur le critère ESPACE.

On obtient ainsi $m_q(1, 4) = 1$, $m_p(1, 4) = 1$ et $m_q(4, 1) = 1$, $m_p(1, 4) = 1$. On peut donc conclure qu'aucune relation parmi s_q , s_c , s_p , s_v ne lie a et b, d'où :

$$d(1, 4) = 0 \text{ et } d(4, 1) = 0.$$

Exemple 2 : Calculons $d(2, 5)$ et $d(5, 2)$. On a :

	C-120	PRIX	V-MAX	ESPACE
2 R9 GTL	7.5	45 700	150	6.70
5 TALBOT HORIZON	8.5	48 800	164	6.65

- Pour le critère C-120, on a : $g_1(2) < g_1(5) - p_1[g_1(5)]$, donc 2 P 5 sur le critère C-120.

- Pour le critère PRIX, on a : $g_2(2) + q_2[g_2(2)] < g_2(5) \leq g_2(2) + p_2[g_2(5)]$, d'où la relation 2 Q 5 sur le critère PRIX.

- Pour le critère V-MAX, on a : $g_3(2) + q_3[g_3(2)] < g_3(5) \leq g_3(2) + p_3[g_3(2)]$, d'où la relation 5 Q 2 sur le critère V-MAX.

- Pour le critère ESPACE, on a : $g_4(2) - q_4[g_4(2)] \leq g_4(5) \leq g_4(2)$, d'où la relation 2 I 5 pour le critère ESPACE.

On obtient ainsi $m_i(2, 5) = 1$, $m_q(2, 5) = 1$, $m_p(2, 5) = 1$ et $m_i(5, 2) = 0$, $m_q(5, 2) = 1$ et $m_p(5, 2) = 0$.

D'une part, $2 S_q 5$ n'est pas vérifiée car $m_q(5, 2) \neq 0$. $2 S_c 5$ est vérifiée car on a :

$$m_p(5, 2) = 0 \text{ et}$$

$$m_q(5, 2) \leq m_p(2, 5) \text{ et}$$

$$m_q(5, 2) + m_i(5, 2) \leq 1 + m_i(2, 5) + m_q(2, 5) + m_p(2, 5)$$

D'autre part, $5 S_q 2, 5 S_c 2, 5 S_p 2, 5 S_v 2$ ne sont pas vérifiées, donc on a : $d(2, 5) = 0.8$ et $d(5, 2) = 0$.

Exemple 3 : Calculons $d(3, 4)$ et $d(4, 3)$. On a :

	C-120	PRIX	V-MAX	ESPACE
3 GSA X1	8.2	46 450	160	6.63
4 P305 GR	8.4	48 200	153	6.91

- Pour le critère C-120, on a $g_1(4) - q_1[g_1(4)] \leq g_1(3) \leq g_1(4)$. 3 est indifférent à 4 bien que sa performance soit meilleure. On a donc la relation 3 I 4 sur le critère C-120.

- Pour le critère PRIX, on a $g_2(3) + q_2[g_2(3)] < g_2(4) \leq g_2(3) + p_2[g_2(3)]$, d'où la relation 3 Q 4 sur le critère PRIX.

- Pour le critère V-MAX, on a $g_3(4) + q_3[g_3(4)] < g_3(3) \leq g_3(3) + p_3[g_3(3)]$, d'où la relation 3 Q 4 sur le critère V-MAX.

- Pour le critère ESPACE, on a $g_4(4) - q_4[g_4(4)] \leq g_4(3) \leq g_4(4)$. 4 est indifférent à 3 bien que sa performance soit meilleure, d'où la relation 4 I 3 sur le critère ESPACE.

On obtient ainsi $m_i(3, 4) = 1, m_q(3, 4) = 2, m_p(3, 4) = 0$ et $m_i(4, 3) = 1, m_q(4, 3) = 0, m_p(4, 3) = 0$.

Donc on a d'une part :

$$3 S_q 4 ; \text{ en effet, on a } \begin{cases} m_p(4, 3) + m_q(4, 3) = 0 \text{ et} \\ m_i(4, 3) \leq 1 + m_i(3, 4) + m_q(3, 4) + m_p(3, 4) \end{cases}$$

D'autre part :

$$4 S_v 3 ; \text{ en effet, on a } \begin{cases} \text{NON } 3 PV_j 4 \quad \forall j \text{ et} \\ |\{j \in F / 3 P_j 4\}| = 0 \end{cases}$$

d'où $d(3, 4) = 1$ et $d(4, 3) = 0.35$.

En procédant ainsi pour toutes les paires d'actions, on obtient la matrice des degrés de crédibilité qui synthétise l'ensemble des relations de surclassement. Pour l'exemple de référence, on obtient la matrice suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.35	0	0	0	0	0	0
2	0.60	1	0.6	1	0.8	0.35	0.8	0
3	0.80	0.6	1	1	1	0	0	0.8
4	0	0.35	0.35	1	0.35	0	0.6	0
5	0	0	0.35	0.6	1	0	0	0.6
6	0	0.6	0.6	0.8	0	1	0.8	0
7	0.35	0	0.8	0.6	0.35	0	1	0.8
8	0	0	0	0	0.6	0	0	1

ANNEXE IV - ALGORITHME DE CLASSEMENT

1. Objectif et nature des données

L'algorithme de classement a pour but d'exploiter une relation de surclassement floue en vue d'ordonner les actions selon un préordre partiel. Les degrés de crédibilité associés à cette relation de surclassement peuvent être obtenues par une des deux méthodes décrites précédemment (ELECTRE III ou ELECTRE IV).

Cependant, cet algorithme s'applique, quelle que soit la méthode employée, pour construire la relation de surclassement floue (cf. MARCHET (1980), MARCHET, SISKOS (1979), MARTIN-FARRUGIA, SILHOL (1979), SISKOS (1979)).

L'algorithme, pour fonctionner, nécessite en plus des degrés de crédibilité un seuil $s(\lambda)$ qui lui permettra de sélectionner les relations de surclassement qui doivent être prises en compte à chaque étape du classement.

2. Principe général de l'algorithme

L'algorithme de classement construit deux préordres de façon différente. Le premier préordre est obtenu de façon descendante en sélectionnant d'abord les meilleures actions pour finir par les plus mauvaises (distillation descendante).

Le second préordre est obtenu de façon ascendante en sélectionnant d'abord les plus mauvaises actions pour finir par les meilleures (distillation ascendante).

Pour construire ces deux préordres, on procède de la façon suivante :

On fixe un niveau de coupe $\lambda_1 \in [0, 1[$. On ne retient de la relation de surclassement floue que les arcs (a, b) pour lesquels $d(a, b) > \lambda_1$.

On obtient une relation de surclassement triviale S^{λ_1} définie par :

$a S_A^{\lambda_1}$ ssi

$$d(a, b) > \lambda_1 \text{ et } d(a, b) > d(b, a) + s[d(a, b)]$$

autrement dit l'assertion "a surclasse b" ne sera prise en compte que si elle est significativement plus crédible que l'assertion "b surclasse a".

A partir de cette relation de surclassement, on calcule, pour toute action a :

- la λ_1 -puissance de l'action a : $p_A^{\lambda_1}(a)$

$$p_A^{\lambda_1}(a) = |\{b \in A / a S_A^{\lambda_1} b\}| ;$$

- la λ_1 -faiblesse de l'action a : $f_A^{\lambda_1}(a)$

$$f_A^{\lambda_1}(a) = |\{b \in A / b S_A^{\lambda_1} a\}| ;$$

- la λ_1 -qualification de l'action a par rapport à l'ensemble A

$$q_A^{\lambda_1}(a) = p_A^{\lambda_1}(a) - f_A^{\lambda_1}(a).$$

Cet indicateur exprime de façon claire les positions relatives des actions de l'ensemble A.

Donc, pour un premier niveau λ_1 fixé, on obtient :

- l'ensemble \bar{D}_1 des meilleures actions de A

$$\bar{D}_1 = \{a \in A / q_A^{\lambda_1}(a) = \bar{q}_A = \max_{x \in A} q_A^{\lambda_1}(x)\}$$

qui est le sous-ensemble des actions de A qui ont une qualification maximum ;

- l'ensemble \underline{D}_1 des plus mauvaises actions de A

$$\underline{D}_1 = \{a \in A / q_A^{\lambda_1}(a) = q_A = \min_{x \in A} q_A^{\lambda_1}(x)\}$$

qui est le sous-ensemble des actions de A qui ont une qualification minimum.

On continue ainsi le processus en ne retenant que les actions appartenant à \bar{D}_1 (distillation descendante) ou que les actions appartenant à \underline{D}_1 (distillation ascendante) pour tenter de les départager à nouveau sur la base d'une seconde relation de surclassement triviale d'un niveau $\lambda_2 < \lambda_1$.

En itérant ce processus, à l'étape k, on obtient :

- soit $|\bar{D}_k| = 1$ ou $|\underline{D}_k| = 1$: on a sélectionné une seule action ;
- soit $\lambda_k = 0$: sur la base des informations disponibles, il n'est pas possible de départager les actions restant dans \bar{D}_k (distillation descendante) ou dans \underline{D}_k (distillation ascendante).

Donc, à l'issue de k étapes d'une première distillation, on a sélectionné un premier sous-ensemble de A : \bar{D}_k (resp. \underline{D}_k) qui constituera la première classe (resp. la dernière) d'un des deux préordres finaux. On notera $\bar{C}_1 = \bar{D}_k$ la première classe de la sélection descendante, $\underline{C}_1 = \underline{D}_k$ la dernière classe de la sélection ascendante. On notera $A_1 = A \setminus \bar{C}_1$ ou $A_1 = A \setminus \underline{C}_1$ le sous-ensemble des actions de A restant à classer après une première distillation.

On applique l'ensemble des opérations qui viennent d'être décrites à A_1 pour obtenir \bar{C}_2 , seconde classe de la distillation descendante ou \underline{C}_2 , avant-dernière classe de la distillation ascendante.

Sur $A_2 = A_1 \setminus \bar{C}_2$ ou $A_2 = A_1 \setminus \underline{C}_2$, on applique à nouveau la procédure de distillation pour obtenir \bar{C}_3 ou \underline{C}_3 et A_3 . On procède ainsi tant qu'il reste des actions à classer.

Remarques

- Au cours d'une même distillation, lorsque l'on passe de l'étape k à l'étape $k + 1$, le niveau de coupe λ_k est remplacé par $\lambda_{k+1} < \lambda_k$ pour la transformation suivante : soit D_k l'ensemble des actions restant à départager ; on a :

$$\lambda_{k+1} = \max_{\substack{\{d(a,b) < \lambda_k - s(\lambda_k)\} \\ a,b \in D_k}} d(a, b)$$

où $s(\lambda_k) = \alpha + \beta * \lambda_k$. L'utilisateur peut fixer la valeur des coefficients α et β avant l'exécution du programme ; cependant, des valeurs standards lui sont proposées ($\alpha = 0.30$ et $\beta = -0.15$).

- En MODE 2 (ELECTRE IV), les coefficients α et β sont fixés par programme ($\alpha = 0.30$ et $\beta = -0.15$) afin d'être cohérents avec les valeurs associées aux relations de dominance (valeurs 1 ; 0.80 ; 0.60 et 0.35 pour les relations S_q , S_p , S_c , S_v). Pour vérifier ce mécanisme, le lecteur pourra se reporter à l'ANNEXE V où le déroulement de la distillation en mode 2 est détaillée (jeu d'essai n° 2).

Ainsi, à la première étape du classement, seule la dominance la plus forte sera prise en compte. A la deuxième étape, les deux dominances les plus fortes interviendront, etc.

L'algorithme de classement peut se décrire ainsi : soit A l'ensemble des actions à classer :

1) On fixe $n = 0$. On pose $\bar{A}_0 = A$ ou $\underline{A}_0 = A$.

2) On fixe $\lambda_0 = \max_{a,b \in \bar{A}_n, a \neq b} d(a, b)$ ou $\lambda_0 = \max_{a,b \in \underline{A}_n, a \neq b} d(a, b)$.

3) On pose $k = 0$, $D_0 = \bar{A}_n$ ou $D_0 = \underline{A}_n$.

4) Parmi tous les arcs de la relation de surclassement floue dont la crédibilité est inférieure à $\lambda_k - s(\lambda_k)$, on choisit celui qui est de valuation maximum et on pose :

$$\lambda_{k+1} = \max_{\substack{\{d(a,b) < \lambda_k - s(\lambda_k)\} \\ a, b \in D_k}} d(a, b).$$

- 5) On calcule les λ_{k+1} -qualifications de toutes les actions de D_k .
 - 6) On obtient les λ_{k+1} -qualifications maximum ou minimum : \bar{q}_{D_k} ou \underline{q}_{D_k} .
 - 7) On obtient l'ensemble :
- $$\bar{D}_{k+1} = \{a \in D_k / q_{D_k}^{\lambda_{k+1}}(a) = \bar{q}_{D_k}\} \text{ ou } \underline{D}_{k+1} = \{a \in D_k / q_{D_k}^{\lambda_{k+1}}(a) = \underline{q}_{D_k}\}.$$
- 8) Si $|\bar{D}_{k+1}| = 1$ ou $|\underline{D}_{k+1}| = 1$ ou $\lambda_{k+1} = 0$, alors aller en 9.
Sinon, faire $k = k + 1$ et poser $D_k = \bar{D}_k$ ou $D_k = \underline{D}_k$ et aller en 4.
 - 9) $\bar{C}_{n+1} = \bar{D}_{k+1}$ est la classe d'action(s) retenue(s) lors de la $n^{ème} + 1$ distillation descendante.
 $\underline{C}_{n+1} = \underline{D}_{k+1}$ est la classe d'action(s) retenue(s) lors de la $n^{ème} + 1$ distillation ascendante.
Faire $\bar{A}_{n+1} = \bar{A}_n \setminus \bar{C}_{n+1}$ ou $\underline{A}_{n+1} = \underline{A}_n \setminus \underline{C}_{n+1}$.
Si $\bar{A}_{n+1} \neq \emptyset$ ou $\underline{A}_{n+1} \neq \emptyset$, faire $n = n + 1$ et aller en 2.
Sinon, FIN de la distillation.

3. Exemple de référence

Les données complètes de l'exemple de référence se trouvent en ANNEXE II.
Reprendons la matrice des degrés de crédibilité obtenue après avoir appliqué ELECTRE III (MODE 1) aux données de l'exemple de référence. On a :

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.75	0.70	0.62	0	0	0	0
2	0.76	1	0.90	1	0.82	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1	1	1	0.46	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1	0.88	0.22	0.94	0.74
5	0.33	0.57	0.93	1	1	0	0.80	0.86
6	0	0.73	0.64	0.92	0.76	1	0.96	0.80
7	0	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1	0.81
8	0	0.80	0.64	0.60	0.77	0	0	1

Examinons le déroulement de la distillation descendante.

Distillation descendante

On pose $\bar{A}_0 = A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$; $s(\lambda) = \alpha + \beta * \lambda = 0.30 - 0.15 * \lambda$.

Distillation 1

Etape 1

On pose $k = 0$ et $D_0 = \bar{A}$; on a $\lambda_0 = \max_{a, b \in D_0, a \neq b} d(a, b) = 1$. On a :

$$\lambda_1 = \max_{\substack{\{d(a, b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)\} \\ a, b \in D_0}} d(a, b) = 0.82.$$

En effet, $\lambda_0 - s(\lambda_0) = 1 - (0.30 - 0.15 * \lambda_0) = 1 - 0.30 + 0.15 = 0.85$ et 0.82 est bien le plus fort degré de crédibilité qui soit inférieur à 0.85.

Au cours de la première étape de la première distillation, on aura donc $a \in_{D_0}^{\lambda_1} b$ si et seulement si :

$d(a, b) > \lambda_1 = 0.82$
et $d(a, b) > d(b, a) + s[d(a, b)] = d(b, a) + [0.30 + 0.15 * d(a, b)].$

On obtient la matrice de surclassement suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_1 -puissance	λ_1 -faiblesse	λ_1 -qualification
1	0	0	0
2	1	0	1
3	1	0	1
4	0	2	- 2
5	0	0	0
6	2	0	2
7	0	1	- 1
8	0	1	- 1

La qualification maximum est 2. Comme une seule action a cette qualification, la première distillation s'arrête là. On a :

$$\bar{C}_1 = \{6\}; \bar{A}_1 = \bar{A}_0 \setminus \bar{C}_1 = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8\}.$$

Distillation 2

La matrice de surclassement floue est devenue :

	1	2	3	4	5	7	8
1	1	0.75	0.70	0.62	0	0	0
2	0.76	1	0.90	1	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1	1	1	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1	0.88	0.94	0.74
5	0.33	0.57	0.93	1	1	0.80	0.86
7	0	0.63	0.73	0.85	0.82	1	0.81
8	0	0.60	0.64	0.60	0.77	0	1

Etape 1

On pose $k = 0$ et $D_0 = \bar{A}_1 = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8\}$. On a :

$$\lambda_0 = \max_{a, b \in D_0, a \neq b} d(a, b); \lambda_1 = \max_{\substack{\{d(a, b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)\} \\ a, b \in D_0}} d(a, b) = 0.82.$$

La relation $a S_{D_0}^{\lambda_1} b$ sera vérifiée si et seulement si :

$d(a, b) > \lambda_1 = 82$
et $d(a, b) > d(b, a) + [0.30 - 0.15 * d(a, b)]$.

On obtient la matrice de surclassement suivante :

	1	2	3	4	5	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_1 -puissance	λ_1 -faiblesse	λ_1 -qualification
1	0	0	0
2	1	0	1
3	1	0	1
4	0	1	- 1
5	0	0	0
7	0	0	0
8	0	1	- 1

On a $\bar{q}_{D_0} = 1$ (qualification maximum) et

$$\bar{D}_1 = \{a \in D_0 / q_{D_0}^{\lambda_1}(a) = \bar{q}_{D_0}\} = \{2, 3\}.$$

Etape 2

\bar{D}_1 devient $D_1 = \{2, 3\}$. La matrice de surclassement floue se réduit à :

$$\begin{matrix} & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 0.90 \\ 3 & 0.86 & 1 \end{matrix}$$

On a $\lambda_1 = 0.82$; $\lambda_2 = \max_{\substack{\{d(a,b) < \lambda_1 = s(\lambda_1)\} \\ a,b \in D_1}} d(a, b) = 0$.

En effet, $\lambda_1 - s(\lambda_1) = 0.82 - (0.30 - 0.15 * 0.82) = 0.643$. La matrice représentative de la relation de surclassement $s_{D_1}^{\lambda_1}$ est :

$$\begin{matrix} & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 \end{matrix}$$

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_1 -puissance	λ_1 -faiblesse	λ_1 -qualification
2	0	0	0
3	0	0	0

On a $\lambda_{k+1} = \lambda_2 = 0$; donc $\bar{C}_2 = \{2, 3\}$ est la classe d'actions retenues lors de la 2e distillation et $\bar{A}_2 = \bar{A}_1 \setminus \bar{C}_2 = \{1, 4, 5, 7, 8\}$.

Distillation 3

La matrice de surclassement floue est devenue :

	1	4	5	7	8
1	1	0.62	0	0	0
4	0.64	1	0.88	0.94	0.74
5	0.33	1	1	0.80	0.86
7	0	0.85	0.82	1	0.81
8	0	0.60	0.77	0	1

Etape 1

On pose $k = 0$ et $D_0 = \bar{A}_2 = \{1, 4, 5, 7, 8\}$. On a :

$$\lambda_0 = \max_{a, b \in D_0, a \neq b} d(a, b) = 1 \text{ et } \lambda_1 = \max_{\substack{\{d(a, b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)\} \\ a, b \in D_0}} d(a, b) = 0.82.$$

La relation $a S_{D_0}^{\lambda_1} b$ sera vérifiée si et seulement si :

$$d(a, b) > 0.82 \text{ et } d(a, b) > d(b, a) + s(d(a, b)).$$

On obtient la matrice de surclassement suivante :

	1	4	5	7	8
1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_1 -puissance	λ_1 -faiblesse	λ_1 -qualification
1	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0

La λ_1 -qualification maximum est : $\bar{q}_{D_0} = 0$, d'où :

$$\bar{D}_1 = \{a \in D_0 / q_{D_0}^{\lambda_1}(a) = \bar{q}_{D_0}\} = \{1, 4, 5, 7, 8\}.$$

On a $|\bar{D}_1| \neq 1$ et $\lambda_1 \neq 0$; on passe donc à l'étape suivante.

Etape 2

On a $D_1 = \{1, 4, 5, 7, 8\}$ et $\lambda_1 = 0.82$.

$$\lambda_2 = \underset{\{d(a,b) < \lambda_1 - s(\lambda_1)\}}{\text{Max}} d(a, b) = 0.64.$$

En effet, $\lambda_1 = s(\lambda_1) = 0.82 - (0.30 - 0.15 * 0.82) = 0.643$. La matrice de surclassement floue est la même qu'à l'étape précédente. La matrice représentative de la relation de surclassement $S_{D_1}^{\lambda_2}$ est :

	1	4	5	7	8
1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_2 -puissance	λ_2 -faiblesse	λ_2 -qualification
1	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
7	1	0	1
8	0	1	- 1

La λ_2 -qualification maximum est $\bar{q}_{\bar{D}_1} = 1$, d'où

$\bar{D}_2 = \{a \in \bar{D}_1 / q_{\bar{D}_1}^{\lambda_2}(a) = \bar{q}_{\bar{D}_1}\} = \{7\}$. On a $|\bar{D}_2| = 1$, donc $\bar{C}_3 = \{7\}$ est la classe d'action retenue lors de la 3e distillation et $\bar{A}_3 = \bar{A}_2 \setminus \bar{C}_3 = \{1, 4, 5, 8\}$. $|A_3| \neq 0$; donc on passe à la distillation suivante.

Distillation 4

La matrice de surclassement floue est devenue :

	1	4	5	8
1	1	0.62	0	0
4	0.64	1	0.88	0.74
5	0.33	1	1	0.86
8	0	0.60	0.77	1

Etape 1

On pose $k = 0$ et $D_0 = \bar{A}_3 = \{1, 4, 5, 8\}$. On a :

$$\lambda_0 = \underset{\substack{a, b \in D_0, a \neq b}}{\text{Max}} d(a, b) = 1 \quad \text{et} \quad \lambda_1 = \underset{\substack{\{d(a, b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)\} \\ a, b \in D_0}}{\text{Max}} d(a, b) = 0.77.$$

La matrice représentative de la relation de surclassement $s_{D_0}^{\lambda_1}$ est :

	1	4	5	8
1	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
8	0	0	0	0

La λ_1 -qualification de chaque action appartenant à $\{1, 4, 5, 8\}$ est nulle.

La λ_1 -qualification maximum est $\bar{q}_{D_0}^{\lambda_1} = 0$, d'où :

$$\bar{D}_1 = \{a \in D_0 / q_{D_0}^{\lambda_1}(a) = \bar{q}_{D_0}^{\lambda_1}\} = \{1, 4, 5, 8\}.$$

On a $|\bar{D}_1| \neq 1$ et $\lambda_1 \neq 0$; on passe donc à l'étape suivante.

Etape 2

On a $D_1 = \{1, 4, 5, 8\}$ et $\lambda_1 = 0.77$.

$$\lambda_2 = \underset{\substack{\{d(a, b) < \lambda_1 - s(\lambda_1)\} \\ a, b \in D_1}}{\text{Max}} d(a, b) = 0.33.$$

En effet, $\lambda_1 - s(\lambda_1) = 0.77 - (0.30 - 0.15 * 0.77) = 0.585$.

La matrice de surclassement floue est la même qu'à l'étape précédente.

La matrice représentative de la relation de surclassement $S_{D_1}^{\lambda_2}$ est :

	1	4	5	8
1	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
8	0	0	0	0

La λ_2 -qualification de chaque action de l'ensemble {1, 4, 7, 8} est nulle. La λ_2 -qualification maximum est $\bar{q}_{D_1} = 0$, d'où :

$$\bar{D}_2 = \{a \in D_1 / q_{D_1}^{\lambda_2}(a) = \bar{q}_{D_1}\} = \{1, 4, 5, 8\}.$$

On a $|\bar{D}_2| \neq 1$ et $\lambda_2 \neq 0$; on passe donc à l'étape suivante.

Etape 3

On a $D_2 = \{1, 4, 5, 8\}$ et $\lambda_2 = 0.33$.

$$\lambda_3 = \max_{\substack{\{d(a,b) < \lambda_2 - s(\lambda_2)\} \\ a, b \in D_2}} d(a, b) = 0.$$

La matrice de surclassement floue est la même qu'à l'étape précédente. La matrice représentative de la relation de surclassement $S_{D_2}^{\lambda_3}$ est :

	1	4	5	8
1	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	1	0	0	0
8	0	0	0	0

donc, pour chaque action :

ACTION	λ_3 -puissance	λ_3 -faiblesse	λ_3 -qualification
1	0	1	- 1
4	0	0	0
5	1	0	1
8	0	0	0

La λ_3 -qualification maximum est $\bar{q}_{D_2} = 1$, d'où :

$$\bar{D}_3 = \{a \in D_2 / q_{D_2}^{\lambda_3}(a) = \bar{q}_{D_2}\} = \{5\}.$$

on a $|\bar{D}_3| = 1$, donc $\bar{C}_4 = \{5\}$ est la classe d'action retenue lors de la 4e distillation et $\bar{A}_4 = \bar{A}_3 \setminus \bar{C}_4 = \{1, 4, 8\}$. $|\bar{A}_4| \neq 0$; donc on passe à la distillation suivante.

Distillation 5

La matrice de surclassement floue est devenue :

$$\begin{array}{cccc} & 1 & 4 & 8 \\ 1 & 1 & 0.62 & 0 \\ 4 & 0.64 & 1 & 0.74 \\ 8 & 0 & 0.6 & 1 \end{array}$$

Etape 1

On pose $k = 0$ et $D_0 = \bar{A}_4 = \{1, 4, 8\}$. On a :

$$\lambda_0 = \max_{a, b \in D_0, a \neq b} d(a, b) = 0.74 \text{ et } \lambda_1 = \max_{\substack{\{d(a, b) < \lambda_0 - s(\lambda_0)\} \\ a, b \in D_0}} d(a, b) = 0.$$

En effet, $\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0.74 - (0.30 - 0.15 * 0.74) = 0.551$.

La matrice représentative de la relation de surclassement $S_{D_0}^{\lambda_1}$ est :

$$\begin{matrix} & 1 & 4 & 8 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

La λ_1 -qualification de chaque action appartenant à {1, 4, 8} est nulle.

La λ_1 -qualification maximum est $\bar{q}_{D_0}^{\lambda_1} = 0$, d'où

$$\bar{D}_1 = \{a \in D_0 / q_{D_0}^{\lambda_1}(a) = \bar{q}_{D_0}^{\lambda_1}\} = \{1, 4, 8\}.$$

On a $|\bar{D}_1| \neq 1$ mais $\lambda_1 = 0$, donc $\bar{C}_5 = \{1, 4, 8\}$ et $\bar{A}_5 = \bar{A}_4 \setminus \bar{C}_5 = \emptyset$.

Toutes les actions étant classées, la distillation descendante s'arrête.

4. Résultats finaux

On a donc obtenu :

Distillation descendante		
POSITION	ACTION	NOM
1	6	AUDI 80 CL
3	3	GSA X1
3	2	R9 GTL
4	7	R18 GTL
5	5	TALBOT HORIZON GLS
8	4	P305 GR
8	1	VW GOLF C
8	8	ALFA-SUD TI-NR

De la même façon, on obtient :

Distillation ascendante

POSITION	ACTION	NOM
1	1	VW GOLF C
1	2	R9 GTL
1	3	GSA X1
1	6	AUDI 80 CL
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	7	R18 GTL
7	8	ALFA-SUD TI-NR
8	4	P305 GR

Le tableau croisé des actions se présente ainsi :

	6	3	2	1	5	7	8	4
6	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	
2		0	+1	+1	+1	+1	+1	
1			0	*	*	+1	+1	
5				0	*	+1	+1	
7					0	+1	+1	
8						0	+1	
4							0	

A l'intersection de la ligne correspondant à l'action a et de la colonne relative à l'action b, on aura :

- + 1 si a est mieux classée que b dans l'un des préordres et au moins aussi bien classée dans l'autre préordre,
- 0 si a et b ont le même classement dans les deux préordres,
- * si a est mieux classée que b dans l'un des préordres et si on a l'inverse dans l'autre préordre
- 1 si a est moins bien classée que b dans l'un des deux préordres et au plus aussi bien classée que b dans l'autre.

On a également le rang et la liste des successeurs immédiats de chaque action.

RANG 1

- Action_6:_AUDI_80_CL

Cette action a 2 successeurs :

- . action 3 de rang 2 : GSA X1 ;
- . action 2 de rang 2 : R9 GTL.

RANG 2

- Action_3:_GSA_X1

Cette action a un équivalent : l'action 2 R9 GTL. Cette action a 3 successeurs :

- . action 1 de rang 3 : VW GOLF C ;
- . action 5 de rang 3 : TALBOT HORIZON GLS ;
- . action 7 de rang 3 : R18 GTL.

- Action_2:_R9_GTL

Cette action a 3 successeurs :

- . action 1 de rang 3 : VW GOLF C ;
- . action 5 de rang 3 : TALBOT HORIZON GLS ;
- . action 7 de rang 3 : R18 GTL.

RANG 3

- Action_1:_VW_GOLF_C

Cette action a un successeur : action 8 de rang 4 : ALFA SUD TI-NR.

- Action_5 : TALBOT_HORIZON_GLS

Cette action a un successeur : action 8 de rang 4 : ALFA SUD TI-NR.

- Action_7 : R18_GTL

Cette action a un successeur : action 8 de rang 4 : ALFA SUD TI-NR.

RANG 4

- Action_8 : ALFA_SUD_TI-NR

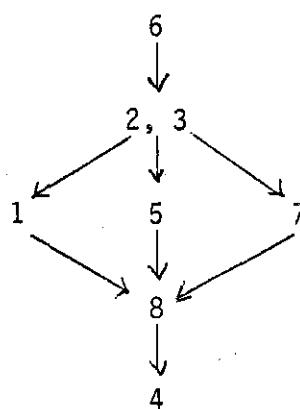
Cette action a un successeur : Action 4 de rang 5 : P305 GR.

RANG 5

- Action_4 : P305_GR

Cette action n'a pas de successeur.

Le résultat final obtenu est le graphe intersection suivant :



ANNEXE V

JEUX D'ESSAIS ET RESULTATS *

- * Cette annexe présente des sessions d'utilisation de la version du programme pour systèmes classiques.

JEU D'ESSAI NUMERO UN

Ce jeu d'essai est présenté dans l'ANNEXE II pour illustrer le fonctionnement des algorithmes mis en jeu dans ELECTRE III (MODE 1).

Le programme est utilisé dans sa version conversationnelle.

Les données sont directement introduites au terminal. Elles sont essentiellement constituées de 8 actions évaluées sur 4 pseudo-critères et d'un jeu de poids.

READY
call .link(elec34)

UNIVERSITE DE PARIS-DAUPHINE

L A N S A D E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET MODELISATION DE SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

*** PROGRAMME ELECTRE 3-4

VEUILLEZ REPONDRE AUX QUESTIONS QUI SUVENT.

100

NOM DE L'UTILISATEUR ? (40 CARACTERES MAX)
loussade

NOM DU PROJET ? (40 CARACTERES MAX)
selection de voitures

DESIREZ-VOUS UTILISER DES DONNEES SUR FICHIER ? (O/N)

n

DESIREZ-VOUS DES RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'UTILISATION D'ELECTRES ? (O/N)

" SI VOUS DESIREZ AVOIR DES RENSEIGNEMENTS EN COURS D'UTILISATION
VOUS AVEZ LA POSSIBILITE DE TAPER LA COMMANDE ** HELP **
A CHAQUE FOIS QU'ELLE FIGURE DANS LA LISTE DES COMMANDES PROPOSEES . . . ,

** COMMANDE : MODE **

MODE : 1, 2 OU 3 ?

?
1

** COMMANDE : RETN **

NOMBRE DE CRITERES ? (MAX : 9)

7
4
8

NOMBRE D'ACTIONS ? (MAX : 180)

7
8

** COMMANDE : NONC **

NOM DES CRITERES ? (TAPER LA TOUCHES "RETURN" APRES CHAQUE NOM)

consommation a 120 km/h

prix

vitesse maximum

espace

** COMMANDE : POID **

INDIQUEZ LES POIDS DES 4 CRITERES

POIDS DU CRITERE 1 : CONSOHMATION A 120 KM/H

?

3

POIDS DU CRITERE 2 : PRIX

?

3

POIDS DU CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM

?

2

POIDS DU CRITERE 4 : ESPACE

?

2

** COMMANDE : SENS **

POUR CHACUN DES 4 CRITERES , INDIQUEZ SI LES PREFERENCES VONT :

- CROISSANT AVEC LES EVALUATIONS --> REPONDRE 1
- OU DECREMENTAL --> REPONDRE 0

- POUR LE CRITERE : 1 ?

7
0

- POUR LE CRITERE : 2 ?

7
0

- POUR LE CRITERE : 3 ?

7
1

- POUR LE CRITERE : 4 ?

7
1

POUR CHACUN DES 4 CRITERES , INDIQUEZ SI VOUS DESIREZ QUE LES SEUILS D'INDIFFERENCE , DE PREFERENCE STRICTE ET DE VETO SOIENT CALCULES :

- DANS LE SENS DIRECT --> REPONDRE 1
- DANS LE SENS INVERSE --> REPONDRE 0

- POUR LE CRITERE : 1 ?

7
1

- POUR LE CRITERE : 2 ?

7
0

- POUR LE CRITERE : 3 ?

7
1

- POUR LE CRITERE : 4 ?

7
0

** COMMANDE : EVAL **

NOM DE CHAQUE ACTION SUIVIE PAR SES EVALUATIONS
SUR CHACUN DES 4 CRITERES

NOM DE L'ACTION 1 ?

vw golf c

VALEURS DE L'ACTION 1 SUR LES 4 CRITERES ?

?

7.8 41360 140 6.13

NOM DE L'ACTION 2 ?

r9 861

VALEURS DE L'ACTION 2 SUR LES 4 CRITERES ?

?

7.5 45700 150 6.7

NOM DE L'ACTION 3 ?

bsa x1

VALEURS DE L'ACTION 3 SUR LES 4 CRITERES ?

?

8.2 46450 160 6.63

NOM DE L'ACTION 4 ?

p305 gr

VALEURS DE L'ACTION 4 SUR LES 4 CRITERES ?

?

7.8.4 48200 153 6.91

NOM DE L'ACTION 5 ?

talbot horizon gls

VALEURS DE L'ACTION 5 SUR LES 4 CRITERES ?

?

8.5 48800 164 6.65

NOM DE L'ACTION 6 ?

audi 80 cl

VALEURS DE L'ACTION 6 SUR LES 4 CRITERES ?

?

7.5 50810 148 7.36

NOM DE L'ACTION 7 ?

r18 861

VALEURS DE L'ACTION 7 SUR LES 4 CRITERES ?

?

8.1 51700 155 7.4

NOM DE L'ACTION 8 ?

alfa sud cl-nr

VALEURS DE L'ACTION 8 SUR LES 4 CRITERES ?

?

7.8 52500 170 6.19

V A L E U R D E S B A C T I O N S S U R L E S 4 C R I T E R E S

A C T I O N S :	1	2	3	4
1 VW GOLF C	7.800	41360.000	140.000	6.130
2 R9 CTL	7.500	45700.000	150.000	6.700
3 GSA XI	8.200	46450.000	160.000	6.630
4 P305 GR	8.400	48200.000	153.000	6.910
5 TALBOT HORIZON GLS	8.500	48800.000	164.000	6.650
6 AUDI 80 CL	7.000	50830.000	148.000	7.360
7 R18 CTL	8.100	51700.000	155.000	7.400
8 ALFA SUD TI-NR	7.800	52500.000	170.000	6.190

T A B L E A U A C T I O N S / C R I T E R E S O K ? (O/N)

104

** C O M M A N D E : I N D F **

I N D I Q U E Z L E S 2 C O E F F I C I E N T S A E T B D U S E U I L D ' I N D I F F E R E N C E ,
 P O U R C H A C U N D E S 4 C R I T E R E S . --> S E U I L = A + B * C(ACT)

C O E F F I C I E N T S D U S E U I L D ' I N D I F F E R E N C E P O U R L E C R I T E R E 1 : C O N S O N N A T I O N A 1 2 0 K M / H
 --> S E N S D I R E C T

7
.1 .05

C O E F F I C I E N T S D U S E U I L D ' I N D I F F E R E N C E P O U R L E C R I T E R E 2 : P R I X
 --> S E N S I N V E R S E

7
500 .02

C O E F F I C I E N T S D U S E U I L D ' I N D I F F E R E N C E P O U R L E C R I T E R E 3 : V I T E S S E M A X I M U M
 --> S E N S D I R E C T

7
5 0

C O E F F I C I E N T S D U S E U I L D ' I N D I F F E R E N C E P O U R L E C R I T E R E 4 : E S P A C E
 --> S E N S I N V E R S E

7
0 .05

** COMMANDE : SCR1 **

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B DU SEUIL DE PREFERENCE STRICTE ,
POUR CHACUN DES 4 CRITERES. --> SEUIL = A + B * G(ACT)

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 1 : CONSOHNATION A 120 KM/H
--> SENS DIRECT .

?
1 1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 2 : PRIX
--> SENS INVERSE .

?
1000 .1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM
--> SENS DIRECT .

?
0 .1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 4 : ESPACE
--> SENS INVERSE .

?
0 .1

** COMMANDE : VETO **

INDIQUEZ LES CODES VETO PUIS LES COEFFICIENTS A ET B DU SEUIL DE VETO ,
CELA POUR CHACUN DES 4 CRITERES.

CODE = 0 --> V(G(ACT)) = A + B * G(ACT)

CODE = 1 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + A/P

CODE = 2 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + A * G(ACT)/P

CODE = 3 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + (A * G(ACT))/P + B/P

CODE VETO DU CRITERE 1 : CONSOHNATION A 120 KM/H
** SENS DIRECT **

?
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

?
-2 -15

CODE VETO DU CRITERE 2 : PRIX
** SENS INVERSE **

?
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

?
2000 -15

CODE VETO DU CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM
** SENS DIRECT **

?
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

?
0

CODE VETO DU CRITERE 4 : ESPACE
** SENS INVERSE **

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

.4 .1

** COMMANDE : SEUL **

POUR LE CALCUL DU PARAMETRE TECHNIQUE : S(LAMBDA) ,
DESIREZ-VOUS LES COEFFICIENTS STANDARDS : ALPHA = 0.30 BETA = - 0.15 ? (O/N)

** COMMANDE : EDIT **

--> CHOIX DES OPTIONS D'EDITION.

DESIREZ-VOUS OBTENIR LES INDICES DE CONCORDANCE SPECIFIQUES A CHAQUE CRITERES ? (O/N)

DESIREZ-VOUS OBTENIR LES INDICES DE DISCORDANCE SPECIFIQUES A CHAQUE CRITERES ? (O/N)

DESIREZ-VOUS VOIR EDITER LE TABLEAU DES INDICES DE CONCORDANCE ? (O/N)

DESIREZ-VOUS VOIR EDITER LE TABLEAU DES DEGRES DE CREDIBILITE ? (O/N)

DESIREZ-VOUS OBTENIR LES DETAILS DE LA DISTILLATION ? (O/N)

SI VOUS DESIREZ OBTENIR LA LISTE DES SUCCESSEURS IMMEDIATS DE TOUTES LES ACTIONS --> REPONDRE 1
SI VOUS NE DESIREZ CHOISIR QU'AU VU DES PREMIERS RESULTATS --> REPONDRE 0

SI VOUS DESIREZ FAIRE FIGURER DES COMMENTAIRES SUR L'EN-TETE DE VOS RESULTATS , AFIN DE
CARACTERISER CETTE EXECUTION DU PROGRAMME , VOUS EN AVEZ LA POSSIBILITE.

--> ENTREZ VOTRE LIGNE DE COMMENTAIRES (80 CARACTERES MAX) , PUIS TAPEZ LA TOUCHE 'RETURN'
SINON TAPEZ LA TOUCHE 'RETURN' .

Jeu d'essai numero 1 : 8 voitures evaluees sur 4 criteres.

LES DONNEES POUR ELECTRE EN MODE 1 SONT PRETES.
VOUS POUVEZ ENTRER LA COMMANDE 'VASY' POUR OBTENIR VOS RESULTATS ,
A MOINS QUE VOUS NE DESIREZ MODIFIER OU VISUALISER VOS DONNEES .
(CF. LISTE DES COMMANDES PROPOSEES).

COMMANDES : MODE,NETN,NOHC,POID,SENS,EVAL,INDF,SCRI,VETO,SEUIL,EDIT,VASY,STOP,HELP,VISH

vasy

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR : LANSADE

- MODE 1 -

JEU D'ESSAI NUMERO 1 : 8 VOITURES EVALUEES SUR 4 CRITERES.

CRITERES :	POIDS	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS
1 CONSO NATION A 120 KM/H	3.00	0.10 + 0.05 * G(A)	0.10 + 0.10 * G(A)	0.20 + 0.15 * G(A)	0 1
2 PRIX	3.00	500.00 + 0.02 * G(A)	1000.00 + 0.10 * G(A)	2000.00 + 0.15 * G(A)	0 0
3 VITESSE MAXIMUM	2.00	5.00 + 0.0 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.10 * G(A)	1 1
4 ESPACE	2.00	0.0 + 0.05 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.10 * G(A)	1 0

CLASSEMENT DE 8 ACTIONS SUR 4 CRITERES

SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * -0.150)

UNIFORMLY CONGRUENT

ACTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	0.75	0.70	0.62	0.69	0.49	0.60	0.80
2	0.76	1.00	0.90	1.00	0.82	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1.00	1.00	1.00	0.50	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1.00	0.88	0.66	0.94	0.74
5	0.58	0.57	0.93	1.00	1.00	0.51	0.80	0.86
6	0.70	0.73	0.64	0.92	0.76	1.00	0.96	0.80
7	0.70	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1.00	0.81
8	0.70	0.60	0.64	0.60	0.77	0.55	0.80	1.00

DEGREES OF CREDIBILITY

ACTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	0.75	0.70	0.62	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.76	1.00	0.90	1.00	0.82	0.82	0.82	0.80
3	0.70	0.86	1.00	1.00	1.00	0.46	0.80	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1.00	0.88	0.22	0.94	0.74
5	0.58	0.57	0.93	1.00	1.00	0.0	0.80	0.86
6	0.0	0.73	0.64	0.92	0.76	1.00	0.96	0.80
7	0.0	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1.00	0.81
8	0.0	0.60	0.64	0.60	0.77	0.0	0.0	1.00

TABLEAU DES ACTIONS

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	6	AUDI 80 GL
2	3	GSA XI
3	2	R9 GTL
4	7	R18 GTL
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	4	P305 GR
7	1	VW GOLF C
8	6	ALFA SUB TI-NR

TABLEAU DES ACTIONS

ACTIONS	6	3	2	1	5	7	8	4
6	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1
2	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1	0	*	*	*	+1	+1		
5	0	*	+1	+1				
7	0	+1	+1					
8	0	+1						
	4							
	0							

GRAPHE DE SUCCLASSEMENT

- SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

7
1

** RANG : 1

- ACTION : 6 AUDI 80 GL

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 3 DE RANG 2 : GSA XI
- ACTION 2 DE RANG 2 : R9 GTL

** RANG : 2

- ACTION : 3 GSA XI

CETTE ACTION A UN EQUIVALENT : L'ACTION 2 R9 GTL

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C
- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 7 DE RANG 3 : R18 GTL

- ACTION : 2 R9 GTL

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C
- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 7 DE RANG 3 : R18 GTL

** RANG : 3

- ACTION : 1 VW GOLF C

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

- ACTION : 5 TALBOT HORIZON GLS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

- ACTION : 7 R18 GTEL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

** RANG : 4

- ACTION : 8 ALFA SUD TI-NR

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 4 DE RANG 5 : P305 GR

** RANG : 5

- ACTION : 4 P305 GR

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

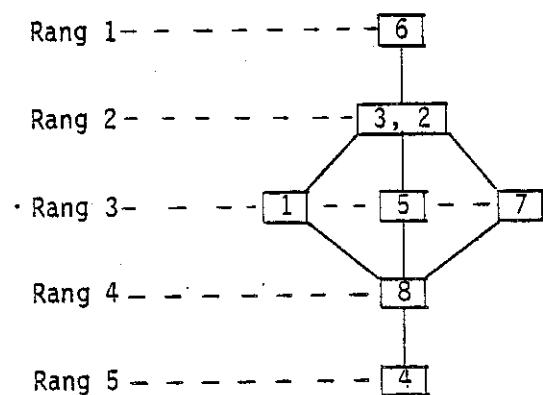
COMMANDE ? : NOUE, NETN, NOMC, POLD, SENS, EVAL, INDF, SCR1, VETO, SEUL, EDIT, VASS, STOP, HELP, VISH

STOP

*** FIN D'UTILISATION DU PROGRAMME ELECTRE 3-4 ***

READY

A partir de la liste des successeurs immédiats de chaque action, on obtient simplement le graphe intersection suivant :



JEU D'ESSAI NUMERO 2

Ce jeu d'essai est présenté dans l'ANNEXE III pour illustrer le fonctionnement des algorithmes mis en jeu dans ELECTRE IV (MODE 2).

Le programme est utilisé dans sa version conversationnelle.

Les données sont directement introduites au terminal. Les détails de la distillation ascendante et descendante sont édités (cf. remarque, ANNEXE III.2, p. 71).

READY

call .link(elec34)

UNIVERSITE DE PARIS-DAUPHINE

L A N S A D E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET MODELISATION DE SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

*** PROGRAMME ELECTRE 3-4

VEUILLEZ REPONDRE AUX QUESTIONS QUI SUIVENT.

NON DE L'UTILISATEUR ? (40 CARACTERES MAX)
lamsade

NON DU PROJET ? (40 CARACTERES MAX)
selection de voitures

DESIREZ-VOUS UTILISER DES DONNEES SUR FICHIER ? (O/N)

n

DESIREZ-VOUS DES RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'UTILISATION D'ELECTRE3 ? (O/N)

n

SI VOUS DESIREZ AVOIR DES RENSEIGNEMENTS EN COURS D'UTILISATION
VOUS AVEZ LA POSSIBILITE DE TAPER LA COMMANDE ** HELP **
A CHAQUE FOIS QU'ELLE FIGURE DANS LA LISTE DES COMMANDES PROPOSEES

** COMMANDE : NODE **

NODE : 1, 2 OU 3 ?

?

2

** COMMANDE : METN **

NOMBRE DE CRITERES ? (MAX : 9)

?

4

NOMBRE D'ACTIONS ? (MAX : 180)

?

8

** COMMANDE : NOMC **

NOM DES CRITERES ? (TAPER LA TOUCHE "RETURN" APRES CHAQUE NOM)

consommation a 120 km/h

prix

vitesse maximum

espace

** COMMANDE : SENS **

POUR CHACUN DES 4 CRITERES , INDIQUEZ SI LES PREFERENCES VONT :

- CROISSANT AVEC LES EVALUATIONS --> REPONDRE 1
- OU DECREMENTAL --> REPONDRE 0

- POUR LE CRITERE : 1 ?

?

0

- POUR LE CRITERE : 2 ?

?

0

- POUR LE CRITERE : 3 ?

?

1

- POUR LE CRITERE : 4 ?

?

1

POUR CHACUN DES 4 CRITERES, INDIQUEZ SI VOUS DESIREZ QUE LES SEULS
D'ETRDIFFERENCE, DE PREFERENCE STRICTE ET DE VETO SOIENT CALCULES :

- DANS LE SENS DIRECT --> REPONDRE 1
- DANS LE SENS INVERSE --> REPONDRE 0

- POUR LE CRITERE : 1 ?

1

- POUR LE CRITERE : 2 ?

0

- POUR LE CRITERE : 3 ?

1

- POUR LE CRITERE : 4 ?

0

** COMMANDE : EVAL **

NOM DE CHAQUE ACTION SUIVIE PAR SES EVALUATIONS
SUR CHACUN DES 4 CRITERES

NOM DE L'ACTION 1 ?

vw golf c

VALEURS DE L'ACTION 1 SUR LES 4 CRITERES ?

7.8 41360 140 6.13

NOM DE L'ACTION 2 ?

r9 gtl

VALEURS DE L'ACTION 2 SUR LES 4 CRITERES ?

7.5 45700 150 6.7

NOM DE L'ACTION 3 ?

gsa xl

VALEURS DE L'ACTION 3 SUR LES 4 CRITERES ?

8.2 46450 160 6.63

NOM DE L'ACTION 4 ?

p305 gr

VALEURS DE L'ACTION 4 SUR LES 4 CRITERES ?

8.4 48200 153 6.91

NOM DE L'ACTION 5 ?

talbot horizon gts

VALEURS DE L'ACTION 5 SUR LES 4 CRITERES ?

8.5 48800 164 6.65

NOM DE L'ACTION 6 ?

audi 80 cl

VALEURS DE L'ACTION 6 SUR LES 4 CRITERES ?

? 7 50830 148 7.36

NON DE L'ACTION 7 ?

r18 gtl

VALEURS DE L'ACTION 7 SUR LES 4 CRITERES ?

? 8.1 51700 155 7.4

NON DE L'ACTION 8 ?

alfa sud ti-nr

VALEURS DE L'ACTION 8 SUR LES 4 CRITERES ?

? 7.8 52500 170 6.19

VALEUR DES 8 ACTIONS SUR LES 4 CRITERES

ACTIONS :

	1	2	3	4
1 VW GOLF C	7.800	41360.000	140.000	6.130
2 R9 CTL	7.500	45700.000	150.000	6.700
3 GSA XI	8.200	46450.000	160.000	6.630
4 P305 GR	8.400	48200.000	153.000	6.910
5 TALBOT HORIZON GLS	8.500	48800.000	164.000	6.650
6 AUDI 80 CL	7.000	50830.000	148.000	7.360
7 R18 GTL	8.100	51700.000	155.000	7.400
8 ALFA SUD TI-NR	7.800	52500.000	170.000	6.190

TABLEAU ACTIONS/CRITERES OK ? (O/N)

o

- 119 -

** COMMANDE : INDF **

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B DU SEUIL D'INDIFFERENCE,
 POUR CHACUN DES 4 CRITERES. --> SEUIL = A + B * C(ACT)

COEFFICIENTS DU SEUIL D'INDIFFERENCE POUR LE CRITERE 1 : CONSOMMATION A 120 KM/H

--> SENS DIRECT

?

.1 .05

COEFFICIENTS DU SEUIL D'INDIFFERENCE POUR LE CRITERE 2 : PRIX
 --> SENS INVERSE

?

500 .02

COEFFICIENTS DU SEUIL D'INDIFFERENCE POUR LE CRITERE 3 : VITESSE MAXIMALE
 --> SENS DIRECT

?

5 0

COEFFICIENTS DU SEUIL D'INDIFFERENCE POUR LE CRITERE 4 : ESPACE
 --> SENS INVERSE

?

0 .05

** COMMANDE : SCR1 **

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B DU SEUILS DE PREFERENCE STRICTE ,
POUR CHACUN DES 4 CRITERES. --> SEUIL = A + B * G(ACT)

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 1 : CONSOHNATION A 120 KM/H
--> SENS DIRECT .

2
.1 .1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 2 : PRIX
--> SENS INVERSE .

2
1000 .1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM
--> SENS DIRECT .

2
0 .1

COEFFICIENTS A ET B POUR LE CRITERE 4 : ESPACE
--> SENS INVERSE .

2
0 .1

** COMMANDE : VETO **

INDIQUEZ LES CODES VETO PUIS LES COEFFICIENTS A ET B DU SEUIL DE VETO ,
CELA POUR CHACUN DES 4 CRITERES.

CODE = 0 --> V(G(ACT)) = A + B * G(ACT)

CODE = 1 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + A/P

CODE = 2 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + A * G(ACT)/P

CODE = 3 --> V(G(ACT)) = S(G(ACT)) + (A * G(ACT))/P + B/P

- 120 -

** ATTENTION , EN MODE 2 SEUL LE CODE VETO 0 EST ACCEPTE.

CODE VETO DU CRITERE 1 : CONSOHNATION A 120 KM/H
** SENS DIRECT **

2
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

2
.2 .15

CODE VETO DU CRITERE 2 : PRIX
** SENS INVERSE **

2
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

2
2000 .15

CODE VETO DU CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM
** SENS DIRECT **

2
0

INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

2
10 .1

CODE VETO DU CRITERE 4 : ESPACE
** SENS INVERSE **

7
0
INDIQUEZ LES 2 COEFFICIENTS A ET B

7
4 .1

** COMMANDE : RELA **

NOMBRE DE RELATIONS DE SURCLASSEMENT CHOISIES ?

7
4

ENTREZ 4 NOMBRES (0 OU 1) , INDiquANT SI LA RELATION A ETE CHOISIE
DANS L'ORDRE : SQ,SC,SP,SV

7
1 1 1 1

** COMMANDE : EDIT **

--> CHOIX DES OPTIONS D'EDITION.

0
DESIREZ-VOUS VOIR EDITER LE TABLEAU DES DEGRES DE CREDIBILITE ? (O/N)

0
DESIREZ-VOUS OBTENIR LES DETAILS DE LA DISTILLATION ? (O/N)

SI VOUS DESIREZ OBTENIR LA LISTE DES SUCCESSEURS IMMEDIATS DE TOUTES LES ACTIONS --> REPONDRE 1
SI VOUS NE DESIREZ CHOISIR QU'AU VU DES PREMIERS RESULTATS --> REPONDRE 0

7
0

SI VOUS DESIREZ FAIRE FIGURER DES COMMENTAIRES SUR L'EN-TETE DE VOS RESULTATS , AFIN DE
CARACTERISER CETTE EXECUTION DU PROGRAMME , VOUS EN AVEZ LA POSSIBILITE.

--> ENTREZ VOTRE LIGNE DE COMMENTAIRES (80 CARACTERES MAX) , PUIS TAPEZ LA TOUCHE "RETURN"
SINON TAPEZ LA TOUCHE "RETURN" .

classement de 8 voitures evaluees sur 4 criteres, sans ponderation (electre 4).

LES DONNEES POUR ELECTRE EN MODE 2 SONT PRETES.
VOUS POUVEZ ENTRER LA COMMANDE "VASY" POUR OBTENIR VOS RESULTATS ,
A MOINS QUE VOUS NE DESIREZ MODIFIER OU VISUALISER VOS DONNEES .
(CF. LISTE DES COMMANDES PROPOSEES).

COMMANDE ? : MODE,NETN,NONC,SENS,EVAL,INDF,SCRI,VETO,RELA,EDIT,VASY,STOP,HELP,VISD
VASY

*** PROGRAMME ELECTRE 3-4 ***

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR : LANSADE

- NODE 2 -

CLASSEMENT DE 8 VOITURES SUR 4 CRITERES, SANS PONDERATION (ELECTRE 4).

CRITERES :	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECB SENS
1 CONSOHNATION A 120 KM/H	0.10 + 0.05 * G(A)	0.10 + 0.10 * G(A)	0.20 + 0.15 * G(A)	0 1
2 PRIX	500.00 + 0.02 * G(A)	1000.00 + 0.10 * G(A)	2000.00 + 0.15 * G(A)	0 0
3 VITESSE MAXIMUM	5.00 + 0.0 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.10 * G(A)	1 1
4 ESPACE	0.0 + 0.05 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.10 * G(A)	1 0

RELATIONS DE SURCLASSEMENT
DEGRE DE CRÉD.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SI	1.00							
SC	0.00							
SP	0.60							
SV	0.35							

DEGREES DE CREDIBILITE

ACTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.60	1.00	0.60	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0
3	0.80	0.60	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.80
4	0.0	0.35	0.35	1.00	0.35	0.0	0.60	0.0
5	0.0	0.0	0.35	0.60	1.00	0.0	0.0	0.60
6	0.0	0.00	0.60	0.80	0.0	1.00	0.80	0.0
7	0.35	0.0	0.80	0.60	0.35	0.0	1.00	0.80
8	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	1.00	

** DISTILLATION **

- SEUIL1 = LAMBDA = MAX : D(A,B) ; A ET B APPARTENANT A L'ENSEMBLE DES ACTIONS RETENUES.
- AT = SEUIL1 - S(SEUIL1) = LAMBDA - S(LAMBDA).
- SEUIL2 = MAX : D(A,B) : TEL QUE D(A,B) < AT.

** DISTILLATION DESCENDANTE **

* DISTILLATION : 1

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 1.0000 , SEUIL2 = 0.8000 , AT = 0.8500

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	2	PUISSEANCE =	1	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	1
ACTION :	3	PUISSEANCE =	2	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	2
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	2	QUALIFICATION =	-2
ACTION :	5	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1
ACTION :	6	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	7	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0

QUALIF MAX : 2 QUALIF MIN : -2 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 2

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 1.0000 , SEUIL2 = 0.8000 , AT = 0.8500

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	2	PUISSEANCE =	1	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	1
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1
ACTION :	5	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	6	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	7	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 3

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 ,SEUIL2 = 0.6000 ,AT = 0.6200

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1
ACTION :	5	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	6	PUISSEANCE =	2	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	2
ACTION :	7	PUISSEANCE =	1	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	0
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1

QUALIF MAX : 2 QUALIF MIN : -1 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 4

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 ,SEUIL2 = 0.6000 ,AT = 0.6200

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	5	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	7	PUISSEANCE =	1	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	1
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 5

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.6000 ,SEUIL2 = 0.3500 ,AT = 0.3900

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	1	QUALIFICATION =	-1
ACTION :	5	PUISSEANCE =	1	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	1
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 6

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.0 ,SEUIL2 = 0.0 ,AT = -0.3000

ACTION :	1	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	4	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0
ACTION :	8	PUISSEANCE =	0	FAIBLESSE =	0	QUALIFICATION =	0

QUALIF MAX : 0 QUALIF MIN : 0 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 3

** DISTILLATION ASCENDANTE **

* DISTILLATION : 1

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 1.0000 ,SEUIL2 = 0.8000 ,AT = 0.8500

ACTION : 1	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 2	PUISSEANCE = 1	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 1
ACTION : 3	PUISSEANCE = 2	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 2
ACTION : 4	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 2	QUALIFICATION = -2
ACTION : 5	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 1	QUALIFICATION = -1
ACTION : 6	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 7	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 8	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0

QUALIF MAX : 2 QUALIF MIN : -2 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 2

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 1.0000 ,SEUIL2 = 0.8000 ,AT = 0.8500

ACTION : 1	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 2	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 3	PUISSEANCE = 1	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 1
ACTION : 5	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 1	QUALIFICATION = -1
ACTION : 6	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 7	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0
ACTION : 8	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 0

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 3

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 ,SEUIL2 = 0.6000 ,AT = 0.6200

ACTION : 1	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 1	QUALIFICATION = -1
ACTION : 2	PUISSEANCE = 1	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 1
ACTION : 3	PUISSEANCE = 2	FAIBLESSE = 1	QUALIFICATION = 1
ACTION : 6	PUISSEANCE = 1	FAIBLESSE = 0	QUALIFICATION = 1
ACTION : 7	PUISSEANCE = 2	FAIBLESSE = 2	QUALIFICATION = 0
ACTION : 8	PUISSEANCE = 0	FAIBLESSE = 2	QUALIFICATION = -2

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -2 NBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 4

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 , SEUIL2 = 0.6000 , AT = 0.6200

ACTION : 1 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = -1
ACTION : 2 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 3 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = 0
ACTION : 6 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 7 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 2 QUALIFICATION = -1

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 2

- ETAPE : 1 , SEUIL1 = 0.6000 , SEUIL2 = 0.3500 , AT = 0.3900

ACTION : 1 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 0
ACTION : 7 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 0
QUALIF MAX : 0 QUALIF MIN : 0 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 2

- ETAPE : 2 , SEUIL1 = 0.3500 , SEUIL2 = 0.0 , AT = 0.1025

ACTION : 1 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = -1
ACTION : 7 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 5

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 , SEUIL2 = 0.6000 , AT = 0.6200

ACTION : 2 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 3 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = -1
ACTION : 6 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 7 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 2 QUALIFICATION = -1

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 2

- ETAPE : 1 , SEUIL1 = 0.6000 , SEUIL2 = 0.0 , AT = 0.3900

ACTION : 3 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = -1
ACTION : 7 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 6

- ETAPE : 0 , SEUIL1 = 0.8000 , SEUIL2 = 0.6000 , AT = 0.6200

ACTION : 2 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 6 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
ACTION : 7 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 2 QUALIFICATION = -2

QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -2 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 7

- ETAPPE : 0 * SEUIL1 = 0.6000 , SEUIL2 = 0.1500 , AT = 0.3900
 ACTION : 2 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 1 QUALIFICATION = -1
 ACTION : 6 PUSSANCE = 1 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 1
 QUALIF MAX : 1 QUALIF MIN : -1 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

* DISTILLATION : 8

- ETAPPE : 0 * SEUIL1 = 0.0 , SEUIL2 = 0.0 , AT = -0.3000
 ACTION : 0 PUSSANCE = 0 FAIBLESSE = 0 QUALIFICATION = 0
 QUALIF MAX : 0 QUALIF MIN : 0 NOMBRE D'ACTIONS RETENUES : 1

CLASSEMENT DE 8 ACTIONS SUR 4 CRITERES

SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * -0.150)

CLASSEMENT DES ACTIONS

POSITION	ACTION	NOM
1	2	GSA XI
2	2	R9 G7L
3	6	ABBA BD CL
4	7	R1B G7L
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	4	R105 GL
7	1	V9 GOLF C
8	6	ALFA SUD TI-MK

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	3	GSA XI
2	2	R9 G7L
3	6	ABBA BD CL
4	7	R1B G7L
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	4	R105 GL
7	1	V9 GOLF C
8	6	ALFA SUD TI-MK

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	6	ABBA BD CL
2	2	R9 G7L
3	7	R1B G7L
4	3	GSA XI
5	4	VW GOLF C
6	8	ALFA SUD TI-MK
7	5	TALBOT HORIZON GLS
8	4	R105 GL

TABLEAU DES ACTIONS

ACTIONS	2	6	3	7	5	1	8	4
2	0	*	*	+1	+1	+1	+1	+1
6	0	*	+1	+1	+1	+1	+1	
3	0	*	+1	+1	+1	+1	+1	
7	0	+1	+1	+1	+1	+1		
5	0	*	*	+1				
1	0	+1	+1					
8	0	+1						
4	0							

GRAPHE DE SURCLASSEMENT

- SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

** RANG : 1

- ACTION : 2 R9 CTL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
- ACTION 7 DE RANG 2 : R18 CTL

- ACTION : 6 ABDI 80 CL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
- ACTION 7 DE RANG 2 : R18 CTL

- ACTION : 3 GSA X1

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.
- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C

** RANG : 2

- ACTION : 7 R18 GTE

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C

** RANG : 3

- ACTION : 5 TALBOT HORIZON GLS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 4 DE RANG 5 : P305 GR

- ACTION : 1 VW GOLF C

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

** RANG : 4

- ACTION : 8 ALFA SUD TI-NR

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 4 DE RANG 5 : P305 GR

** RANG : 5

- ACTION : 4 P305 GR

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

COMMANDE ? : NODE,NETN,NOMC,SENS,EVAL,INDF,SCRI,VETO,RELA,EDIT,VASY,STOP,HELP,VISO

stop

***** FIN D'UTILISATION DU PROGRAMME ELECTRE 3-4 *****

READY

JEU D'ESSAI NUMERO 3

Le programme est utilisé dans sa version conversationnelle en MODE 3.

La matrice des degrés de crédibilité (8 actions) est directement introduite au terminal. C'est la matrice obtenue au cours du jeu d'essai numéro 1. Les résultats finaux sont donc identiques à ceux obtenus au premier jeu d'essai.

READY
call :link(elec34)

- 134 -

UNIVERSITE DE PARIS-DAUPHINE

L. A. M. S. A. D. E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET MODELLISATION DE SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

*** PROGRAMME ELECTRE 3-4

VEUILLEZ REPONDRE AUX QUESTIONS QUI SUVENT.

NON DE L'UTILISATEUR ? (40 CARACTERES MAX)
Lamsade

NON DU PROJET ? (40 CARACTERES MAX)
selection de voitures

DESSIREZ-VOUS UTILISER DES DONNEES SUR FICHIER ? (O/N)

O
DESSIREZ-VOUS DES RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'UTILISATION D'ELECTRE ? (O/N)
SI VOUS DESSIREZ AVOIR DES RENSEIGNEMENTS EN COURS D'UTILISATION
VOUS AVEZ LA POSSIBILITE DE TAPER LA COMMANDE ** HELP **
A CHAQUE FOIS QU'ELLE FIGURE DANS LA LISTE DES COMMANDES PROPOSEES . . .

** COMMANDE : MODE **

MODE : 1, 2 OU 3 ?

?

** COMMANDE : SEUT **

POUR LE CALCUL DU PARAMETRE TECHNIQUE : S(LAMBDA) :
DESIREZ-VOUS LES COEFFICIENTS STANDARDS : ALPHA = 0.30 BETA = -0.15 ? (O/N)

** COMMANDE : CRED **

 NOMBRE D'ACTIONS 7 (MAX : 180)

7
8

NON DES 8 ACTIONS , TAPER "RETURN" APRES CHAQUE NON.

vw golf c
r9 gtl
gsa xl
p305 gr
talbot horizon gts
audi 80 cl
rl8 gtl
alfa sud tl-nr

DEGRES DE CREDIBILITE ?

ACTION : VW GOLF C

?
1 .75 .7 .62 0 0 0 0

DEGRES : 1.0000 0.7500 0.7000 0.6200 0.0 0.0 0.0 0.0
OK ? (O/N)

o

ACTION : R9 GTL

?
.76 1 .9 1 .82 .82 .82 .8

DEGRES : 0.7600 1.0000 0.9000 1.0000 0.8200 0.8200 0.8200 0.8000
OK ? (O/N)

o

ACTION : GSA XL

?
.7 .86 1 1 1 .46 .8 .91

DEGRES : 0.7000 0.8600 1.0000 1.0000 1.0000 0.4600 0.8000 0.9100
OK ? (O/N)

o

ACTION : P305 GR

?
.64 .65 .94 1 .88 .22 .94 .74

DEGRES : 0.6400 0.6500 0.9400 1.0000 0.8800 0.2200 0.9400 0.7400
OK ? (O/N)

ACTION : TALBOT HORIZON G4.S

? .33 .57 .93 1 1 0 .8 .66
DEGRES : 0 .3300 0 .5700 0 .9300 1 .0000 0 .0 0 .0000 0 .8600
OK ? (0/n)

O ACTION : AUDI 80 GL

? 0 .73 .64 .92 .76 1 .96 .8
DEGRES : 0 .0 0 .7300 0 .6400 0 .9200 0 .7600 1 .0000 0 .9600 0 .8000
OK ? (0/n)

O ACTION : RIB GTR

? 0 .63 .73 .85 .82 .7 1 .81
DEGRES : 0 .0 0 .6300 0 .7300 0 .8500 0 .8200 0 .7000 1 .0000 0 .8100
OK ? (0/n)

O ACTION : ALFA SUD TI-NR

? 0 .6 .64 .6 .77 0 0 1
DEGRES : 0 .0 0 .6000 0 .6400 0 .6000 0 .7700 0 .0 0 .0 1 .0000
OK ? (0/n)

O

D E G R E E S O F C R E D I B I L I T Y

ACTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	0.75	0.70	0.62	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.76	1.00	0.90	1.00	0.82	0.02	0.62	0.80
3	0.70	0.86	1.00	1.00	1.00	0.46	0.30	0.91
4	0.64	0.65	0.94	1.00	0.88	0.22	0.94	0.74
5	0.33	0.57	0.93	1.00	1.00	0.0	0.80	0.06
6	0.0	0.73	0.64	0.92	0.76	1.00	0.96	0.80
7	0.0	0.63	0.73	0.85	0.82	0.70	1.00	0.61
8	0.0	0.60	0.64	0.60	0.77	0.0	0.0	1.00

TABLEAU DES DEGREES DE CREDIBILITES OK ? (0/n)

o

** COMMANDE : EDIT **

--> CHOIX DES OPTIONS D'EDITION.

DESIREZ-VOUS VOIR EDITER LE TABLEAU DES DEGRES DE CREDIBILITE ? (O/N)

DESIREZ-VOUS OBTENIR LES DETAILS DE LA DISTILLATION ? (O/N)

SI VOUS DESIREZ OBTENIR LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE TOUTES LES ACTIONS --> REPONDRE 1
SI VOUS NE DESIREZ CHOISIR QU'AU VU DES PREMIERS RESULTATS --> REPONDRE 0

SI VOUS DESIREZ FAIRE FIGURER DES COMMENTAIRES SUR L'EN-TETE DE VOS RESULTATS , AFIN DE
CARACTERISER CETTE EXECUTION DU PROGRAMME , VOUS EN AVEZ LA POSSIBILITE.

--> ENTREZ VOTRE LIGNE DE COMMENTAIRES (80 CARACTERES MAX) , PUIS TAPEZ LA TOUCHE 'RETURN'
SINON TAPEZ LA TOUCHE 'RETURN' .

classement de 8 voitures a partir des degres de credibilites, jeu d'essai no 3.

LES DONNEES POUR ELECTRE EN MODE 3 SONT PRITES.
VOUS POUVEZ ENTRER LA COMMANDE "VASY" POUR OBTENIR VOS RESULTATS ,
A MOINS QUE VOUS NE DESIRIEZ MODIFIER VOS DONNEES (CF. LISTE DES COMMANDES PROPOSEES).

COMMANDE ? : MODE,SEUIL,CRED,EDIT,VASY,STOP,HELP

vasy

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** UTILISATEUR : LAMSADÉ

- MODE 3 -

CLASSEMENT DE 8 VOITURES A PARTIR DES DEGRES DE CREDIBILITES, JEU D'ESSAI NO 3.

CLASSEMENT DE 8 ACTIONS : SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + LAMBDA * -0.150

CLASSEMENT DES ACTIONS

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	6	AUDI 80 CL
3	3	GSA XI
3	2	R9 GTL
4	7	R18 GTL
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	4	P305 GR
8	1	VW GOLF C
8	8	ALFA SUD TI-NR

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	1	VW GOLF C
1	2	R9 GTL
1	3	GSA XI
1	6	AUDI 80 CL
5	5	TALBOT HORIZON GLS
6	7	R18 GTL
7	8	ALFA SUD TI-NR
8	4	P305 GR

TABLEAU DES ACTIONS

ACTIONS	6	3	2	1	2	7	6	4
6	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1
2	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1	0	*	*	*	*	+1	+1	
5	0	*	*	+1	+1	+1	+1	
7	0	+1	+1					
8	0	+1						
4	0							

GRAPHE DE SURCLASSEMENT

- SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESSEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS \rightarrow TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESSEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ \rightarrow TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE \rightarrow TAPER 3

** RANG : 1

- ACTION : 6 AUDIT DU CL.
CETTE ACTION A 2 SUCCESSEURS.
- ACTION 1 DE RANG 2 ; GSA XI
- ACTION 2 DE RANG 2 ; R9 GTI.

** RANG : 2

- ACTION : 3 GSA XI

CETTE ACTION A UN EQUIVALENT : L'ACTION 2 R9 GTL

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C
- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 7 DE RANG 3 : R18 GTL

- ACTION : 2 R9 GTL

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 1 DE RANG 3 : VW GOLF C
- ACTION 5 DE RANG 3 : TALBOT HORIZON GLS
- ACTION 7 DE RANG 3 : R18 GTL

** RANG : 3

- ACTION : 1 VW GOLF C

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

- ACTION : 5 TALBOT HORIZON GLS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

- ACTION : 7 R18 GTL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 4 : ALFA SUD TI-NR

** RANG : 4

- ACTION : 8 ALFA SUD TI-NR

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 4 DE RANG 5 : P305 GR

** RANG : 5

- ACTION : 4 P305 GR

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

?
3

COMMANDE ? : MODE,SEUIL,CRED,EDIT,VASY,STOP,HELP

stop

141

***** FIN D'UTILISATION DU PROGRAMME ELECTRE 3-4 ****

READY

JEU D'ESSAI NUMERO 4

Le programme est utilisé dans sa version conversationnelle en MODE 1 (ELECTRE III).

Les données sont lues sur un fichier créé préalablement à l'appel du programme (20 actions, 6 critères, 1 jeu de poids). On spécifie au terminal un second jeu de poids avant de lancer la seconde exécution du programme.

L'image du fichier de données est présentée à la page suivante. Avant d'appeler le programme, il faut allouer l'unité d'entrée-sortie n° 8 au fichier de données (commande ALLOC). Cette commande est spécifique au système d'exploitation de l'ordinateur utilisé.

Dans le fichier de données, la carte commande STOP indique uniquement au programme qu'il n'y a plus de données à lire. Ce fichier n'a pas de carte commande 'VASY'. Cette commande doit être introduite au terminal.

READY

1st .data(jeu4)

NODE

1

NETN

6 20

NOHC

CONSOMMATION A 120 K/H

PRIX (EN FRANCS)

VITESSE MAXIMUM

ESPACE (EN METRES CARRÉS)

COUT/AN VIGNETTE ET ASSURANCE

PUISSSANCE DIN

POUD

5 5 3 2 3 2

SENS

0 0 1 1 0 1

1 0 1 0 1 1

EVAL

RENAULT 4

7.2 27900 110 5.47 2670 34

AUSTIN METRO 1E

7.5 34000 141 5.24 3300 44

CITROEN LN4 E

6.3 34400 140 5.17 3530 50

OPEL CORSA 2 PORTES

7.0 34500 140 6.08 3300 45

FIAT RITMO 60 3 PORTES

9.2 35000 145 6.5 3500 60

TALBOT SAMBA LS

6.3 36900 143 5.37 3340 50

OPEL KADETT 1.2 S

8.7 40000 150 6.56 3750 60

RENAULT 9C

7.4 42300 138 6.7 3690 48

RENAULT 5 TS

6.7 45000 154 5.35 4020 63

PEUGEOT 104 S

7.5 46700 156 5.49 4410 72

VW JETTA C 4 PORTES

7.5 47800 140 6.75 4200 50

PEUGEOT 305 GL

7.9 49600 156 6.92 4070 74

FORD FIESTA XR2

8.6 50700 170 5.55 4600 83

CITROEN BX

7.5 51200 155 6.98 4750 62

RENAULT 9 GTS

7.2 53500 162 6.7 4580 72

TALBOT SOLARA GLS

8.3 58900 167 7.38 5030 90

PEUGEOT 505 GL

9.1 59900 166 8.15 5880 96

RENAULT 20 LS

8.1 61900 170 7.82 7410 104

RENAULT FUEGO GTS

8.1 64900 180 7.37 4780 96

CITROEN CX 20

9.7 70600 176 8.25 5800 106

LNDF .2 ,1 1000 .04 5 0 0 .1 0 .1 0 ,1
SCR1 -.4 ,2 3000 ,15 5 ,15 .5 ,15 200 ,2 10 ,25
VETO 0
0 ,6 ,3
0 8000 ,35
0 10 ,3
0 1 ,25
0 800 ,35
0 30 ,5
SEUIL ,3 ,15
EDIT
0 0 0 0 1
LES DONNEES SONT LUES SUR LE FICHIER JEU4, JEU D'ESSAI NUMERO 4
STOP

```
READY
alloc file(ft08f00) da(.data(jeu4))
READY
call .link(elec34)
```

UNIVERSITE DE PARIS-DAUPHINE

L A N S A D E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET MODELISATION DE SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

*** PROGRAMME ELECTRE 3-4

VEUILLEZ REPONDRE AUX QUESTIONS QUI SUIVENT.

NOM DE L'UTILISATEUR ? (40 CARACTERES MAX)
lausade

NOM DU PROJET ? (40 CARACTERES MAX)
selection de voitures

DESIREEZ-VOUS UTILISER DES DONNEES SUR FICHIER ? (O/N)

o

*** MODULE DE LECTURE DU FICHIER DE DONNEES ***

- DESIREEZ-VOUS FAIRE APPARAITRE AU TERMINAL LES DONNEES
LUES SUR FICHIER ET CONCERNANT LES CRITERES ?
o
DESIREEZ-VOUS FAIRE APPARAITRE AU TERMINAL LES DONNEES
LUES SUR FICHIER ET CONCERNANT LES ACTIONS ?
o

CRITERES :	PONTS	SEUIL DE PREFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS
1 CONSO A 120 K/H	5.00	0.20 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.20 * G(A)	0.60 + 0.30 * G(A)	0 1
2 PRIX (EN FRANCS)	5.00	1000.00 + 0.04 * G(A)	1000.00 + 0.15 * G(A)	8000.00 + 0.35 * G(A)	0 0
3 VITESSE MAXIMUM	3.00	5.00 + 0.0 * G(A)	5.00 + 0.15 * G(A)	10.00 + 0.30 * G(A)	1 1
4 ESPACE (EN METRES CARRÉS)	2.00	0.0 + 0.10 * G(A)	0.50 + 0.15 * G(A)	1.00 + 0.25 * G(A)	1 0
5 COÛT/AN VIGNETTE ET ASSURANCE	3.00	0.0 + 0.10 * G(A)	200.00 + 0.20 * G(A)	800.00 + 0.35 * G(A)	0 1
6 POISSANCE DIN	2.00	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.25 * G(A)	30.00 + 0.50 * G(A)	1 1

CLASSEMENT DE 20 ACTIONS SUR 6 CRITERES

SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * -0.150)

VALEUR DES 20 ACTIONS SUR LES 6 CRITERES

ACTIONS :

	1	2	3	4	5	6
1 RENAULT 4	7.200	27900.000	110.000	5.470	2670.000	34.000
2 AUSTIN METRO 1E	7.500	34000.000	141.000	5.240	3300.000	44.000
3 CITROEN LN A E	6.300	34400.000	140.000	5.170	3530.000	50.000
4 OPEL CORSA 2 PORTES	7.000	34500.000	140.000	6.080	3700.000	45.000
5 FIAT RITMO 60 3 PORTES	9.200	15000.000	145.000	6.500	3500.000	60.000
6 TALBOT SABA LS	6.300	36900.000	143.000	5.370	3340.000	50.000
7 OPEL KADETT 1.2 S	8.700	40000.000	150.000	6.560	3750.000	60.000
8 RENAULT 9C	7.400	42300.000	138.000	6.700	3690.000	48.000
9 RENAULT 5 TS	6.700	45000.000	154.000	5.350	4020.000	63.000
10 PEUGEOT 104 S	7.500	46700.000	156.000	5.490	4410.000	72.000
11 VW JETTA C 4 PORTES	7.500	47800.000	140.000	6.750	4200.000	50.000
12 PEUGEOT 305 GL	7.900	49600.000	156.000	6.920	4070.000	74.000
13 FORD FIESTA XR2	8.600	50700.000	170.000	5.550	4600.000	83.000
14 CITROEN BX	7.500	51200.000	155.000	6.980	4750.000	62.000
15 RENAULT 9 GTS	7.200	53500.000	162.000	6.700	4580.000	72.000
16 TALBOT SOLARA GLS	8.300	58900.000	167.000	7.380	5030.000	90.000
17 PEUGEOT 505 GL	9.100	59900.000	166.000	8.150	5880.000	96.000
18 RENAULT 20 LS	8.100	61900.000	170.000	7.820	7410.000	104.000
19 RENAULT FUEGO GTS	8.100	64900.000	180.000	7.370	4780.000	96.000
20 CITROEN CX 20	9.700	70600.000	176.000	8.250	5800.000	106.000

LES DONNEES POUR ELECTRE EN MODE 1 SONT PRÉTÉES.
 VOUS POUVEZ ENTRER LA COMMANDE 'VASY' POUR OBTENIR VOS RÉSULTATS,
 A MOINS QUE VOUS NE DÉSIRIEZ MODIFIER OU VISUALISER VOS DONNÉES.
 (CE. LISTE DES COMMANDES PROPOSÉES).

COMMANDE 1 : NODE, RETN, HOMC, POND, SENS, EVAL, INDF, SCRI, VETO, SEUL, EDIT, VASY, STOP, HELP, VISO

vasy

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR : LAMSADE

- MODE 1 -

LES DONNEES SONT LUES SUR LE FICHIER JEUD4, JEU D'ESSAI NOMBRE 4

- 148 -

CRITERES	POIDS	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS
1 CONSOHMATION A 120 K/H	5.00	0.20 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.20 * G(A)	0.60 + 0.30 * G(A)	0 1
2 PRIX (EN FRANCS)	5.00	1000.00 + 0.04 * G(A)	3000.00 + 0.15 * G(A)	8000.00 + 0.35 * G(A)	0 0
3 VITESSE MAXIMUM	3.00	5.00 + 0.0 * G(A)	5.00 + 0.15 * G(A)	10.00 + 0.30 * G(A)	1 1
4 ESPACE (EN METRES CARRÉS)	2.00	0.0 + 0.10 * G(A)	0.50 + 0.15 * G(A)	1.00 + 0.25 * G(A)	1 0
5 COUT/AN VIGNETTE ET ASSURANCE	3.00	0.0 + 0.10 * G(A)	200.00 + 0.20 * G(A)	800.00 + 0.35 * G(A)	0 1
6 PUISSANCE DIN	2.00	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.25 * G(A)	30.00 + 0.50 * G(A)	1 1

CLASSEMENT DE 20 ACTIONS SUR 6 CRITERES

SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * -0.150)

CLASSEMENT DES ACTIONS

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	4	OPEL CORSA 2 PORTES
2	6	TALBOT SAMBA LS
3	7	OPEL KADETT 1.2 S
4	12	PEUGEOT 305 GL
5	3	CITROEN LN4 E
7	2	AUSTIN METRO 1E
7	19	RENAULT FUEGO GTS
8	5	FIAT RITMO 60 3 PORTES
9	9	RENAULT 5 TS
10	13	FORD FIESTA XR2
13	15	RENAULT 9 GTS
13	16	TALBOT SOLARA GLS
13	8	RENAULT 9C
14	17	PEUGEOT 505 GL
15	14	CITROEN BX
16	10	PEUGEOT 104 S
17	1	RENAULT 4
20	18	RENAULT 20 LS
20	11	VW JETTA C 4 PORTES
20	20	CITROEN CX 20

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	1	RENAULT 4
1	2	AUSTIN METRO 1E
1	3	CITROEN LN4 E
1	4	OPEL CORSA 2 PORTES
1	6	TALBOT SAMBA LS
6	19	RENAULT FUEGO GTS
7	15	RENAULT 9 GTS
7	13	FORD FIESTA XR2
9	7	OPEL KADETT 1.2 S
10	12	PEUGEOT 305 GL
11	16	TALBOT SOLARA GLS
11	10	PEUGEOT 104 S
13	18	RENAULT 20 LS
14	8	RENAULT 9C
14	9	RENAULT 5 TS
14	5	FIAT RITMO 60 3 PORTES
17	14	CITROEN BX
18	17	PEUGEOT 505 GL
19	20	CITROEN CX 20
20	11	VW JETTA C 4 PORTES

TABLEAU DES ACTIONS

GRAPHE DE SURCLASSEMENT

** RANG : 1

- ACTION : 4 OPEL CORSA 2 PORTES

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 6 DE RANG 2 : TALBOT SAMBA LS

** RANG : 2

- ACTION : 6 TALBOT SAMBA LS

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 3 DE RANG 3 : CITROEN LN A E

- ACTION 7 DE RANG 3 : OPEL KADETT 1.2 S

** RANG : 3

- ACTION : 3 CITROEN LN A E

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 2 DE RANG 4 : AUSTIN METRO 1E

- ACTION : 7 OPEL KADETT 1.2 S

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 12 DE RANG 4 : PEUGEOT 305 GL

** RANG : 4

- ACTION : 2 AUSTIN METRO 1E

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 19 DE RANG 5 : RENAULT FUEGO GTS

- ACTION 1 DE RANG 5 : RENAULT 4

- ACTION : 12 PEUGEOT 305 GL

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 5 DE RANG 6 : FIAT RITMO 60 3 PORTES
- ACTION 16 DE RANG 8 : TALBOT SOLARA GLS

** RANG : 5

- ACTION : 19 RENAULT FUEGO GTS

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 13 DE RANG 6 : FORD FIESTA XR2
- ACTION 5 DE RANG 6 : FIAT RITMO 60 3 PORTES

- ACTION : 1 RENAULT 4

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 18 DE RANG 10 : RENAULT 20 LS

** RANG : 6

- ACTION : 13 FORD FIESTA XR2

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 15 DE RANG 7 : RENAULT 9 GTS

- ACTION : 5 FIAT RITMO 60 3 PORTES

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 9 DE RANG 7 : RENAULT 5 TS

** RANG : 7

- ACTION : 15 RENAULT 9 GTS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 16 DE RANG 8 : TALBOT SOLARA GLS

- ACTION : 9 RENAULT 5 TS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 9 : RENAULT 9C

** RANG : 8

- ACTION : 16 TALBOT SOLARA GLS

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 10 DE RANG 9 : PEUGEOT 104 S

- ACTION 8 DE RANG 9 : RENAULT 9C

** RANG : 9

- ACTION : 10 PEUGEOT 104 S

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 18 DE RANG 10 : RENAULT 20 LS

- ACTION : 8 RENAULT 9C

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 17 DE RANG 10 : PEUGEOT 505 GL

- ACTION 14 DE RANG 10 : CITROEN BX

** RANG : 10

- ACTION : 17 PEUGEOT 505 GL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 20 DE RANG 11 : CITROEN CX 20

- ACTION : 14 CITROEN BX

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 20 DE RANG 11 : CITROEN CX 20

- ACTION : 18 RENAULT 20 LS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 20 DE RANG 11 : CITROEN CX 20

** RANG : 11

- ACTION : 20 CITROEN CX 20

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 11 DE RANG 12 : VOLKSWAGEN JETTA C 4 PORTES

** RANG : 12

- ACTION : 11 VW JETTA C 4 PORTES

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

?
3

COMMANDE ? : NODE,NETN,HONC,POID,SENS,EVAL,INDF,SCRI,VETO,SEUL,EDIT,VASY,STOP,HELP,VISU

pois

INDIQUEZ LES POIDS DES 6 CRITERES

?
2

POIDS DU CRITERE 1 : CONSOHRATION A 120 K/H

?
3

POIDS DU CRITERE 2 : PRIX (EN FRANCS)

?
6

POIDS DU CRITERE 3 : VITESSE MAXIMUM

?
6

POIDS DU CRITERE 4 : ESPACE (EN METRES CARRÉS)

?
3

POIDS DU CRITERE 5 : COUT/AN VIGNETTE ET ASSURANCE

?
2

POIDS DU CRITERE 6 : PUSSANCE DIN

?
4

COMMANDE ? : NODE,NETN,HONC,POID,SENS,EVAL,INDF,SCRI,VETO,SEUL,EDIT,VASY,STOP,HELP,VISU

vasy

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR : LAHSADE

- MODE 1 -

LES DONNEES SONT LUES SUR LE FICHIER JEU4, JEU D'ESSAI NUMERO 4

CRITERES :	POIDS	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS
1 CONSUMMATION A 120 K/H	2.00	0.20 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.20 * G(A)	0.60 + 0.30 * G(A)	0 1
2 PRIX (EN FRANCS)	3.00	1000.00 + 0.04 * G(A)	3000.00 + 0.15 * G(A)	8000.00 + 0.35 * G(A)	0 0
3 VITESSE MAXIMUM	6.00	5.00 + 0.0 * G(A)	5.00 + 0.15 * G(A)	10.00 + 0.30 * G(A)	1 1
4 ESPACE (EN METRES CARRS)	3.00	0.0 + 0.10 * G(A)	0.50 + 0.15 * G(A)	1.00 + 0.25 * G(A)	1 0
5 GOUT/AN VIGNETTE ET ASSURANCE	2.00	0.0 + 0.10 * G(A)	200.00 + 0.20 * G(A)	800.00 + 0.35 * G(A)	0 1
6 PUISSANCE DIN	4.00	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.25 * G(A)	30.00 + 0.50 * G(A)	1 1

CLASSEMENT DE 20 ACTIONS SUR 6 CRITERES

SEUIL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * ~0.150)

CLASSEMENT DES ACTIONS

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	7	OPEL KADETT 1.2 S
2	5	FIAT RITMO 60 3 PORTES
3	19	RENAULT FUEGO GTS
4	12	PEUGEOT 305 GL
5	13	FORD FIESTA XR2
6	4	OPEL CORSA 2 PORTES
9	15	RENAULT 9 GTS
9	16	TALBOT SOLARA GLS
9	10	PEUGEOT 104 S
10	14	CITROEN BX
11	17	PEUGEOT 505 GL
15	3	CITROEN LNA E
15	6	TALBOT SAMBA LS
15	2	AUSTIN METRO 1E
15	8	RENAULT 9C
17	1	RENAULT 4
17	9	RENAULT 5 TS
18	18	RENAULT 20 LS
20	11	VW JETTA C 4 PORTES
20	20	CITROEN CX 20

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	5	FIAT RITMO 60 3 PORTES
1	7	OPEL KADETT 1.2 S
1	13	FORD FIESTA XR2
1	20	CITROEN CX 20
5	17	PEUGEOT 505 GL
5	16	TALBOT SOLARA GLS
7	19	RENAULT FUEGO GTS
8	12	PEUGEOT 305 GL
9	3	CITROEN LNA E
9	4	OPEL CORSA 2 PORTES
9	9	RENAULT 5 TS
12	15	RENAULT 9 GTS
13	6	TALBOT SAMBA LS
14	1	RENAULT 4
15	10	PEUGEOT 104 S
15	18	RENAULT 20 LS
17	2	AUSTIN METRO 1E
18	8	RENAULT 9C
18	14	CITROEN BX
20	11	VW JETTA C 4 PORTES

TANIPAU DES ACTIONS

ACTIONS	7	5	13	19	12	16	4	17	15	20	10	3	9	14	6	1	2	8	18	11
7	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
5	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
13	0	*	*	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
19	0	+1	*	+1	*	+1	*	+1	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
12	0	*	+1	*	+1*	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
16	0	*	+1	+1	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
4	0	*	+1	*	+1	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
17	0	*	*	*	*	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
15	0	*	+1	*	+1	*	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
20	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
10	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
3	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
14	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
6	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
2	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
8	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
18	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
11	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

GRAPHE DE SUCCESSION

** RANG : 1

- ACTION : 7 OPEL KADETT 1.2 S

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 5 DE RANG 2 : FIAT RITMO 60 3 PORTES

** RANG : 2

- ACTION : 5 FIAT RITMO 60 3 PORTES

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 13 DE RANG 3 : FORD FIESTA XR2

- ACTION 19 DE RANG 3 : RENAULT FUEGO GTS

** RANG : 3

- ACTION : 13 FORD FIESTA XR2

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 16 DE RANG 4 : TALBOT SOLARA GLS

- ACTION 4 DE RANG 5 : OPEL CORSA 2 PORTES

- ACTION 20 DE RANG 4 : CITROEN CX 20

- ACTION : 19 RENAULT FUEGO GTS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 12 DE RANG 4 : PEUGEOT 305 GL

** RANG : 4

- ACTION : 12 PEUGEOT 305 GL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 4 DE RANG 5 : OPEL CORSA 2 PORTES

- ACTION : 16 TALBOT SOLARA GLR

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 17 DE RANG 5 : PEUGEOT 505 GL
- ACTION 15 DE RANG 6 : RENAULT 9 GTS

- ACTION : 20 CITROEN CX 20

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 11 DE RANG 10 : VW JETTA C 4 PORTES

** RANG : 5

- ACTION : 4 OPEL CORSA 2 PORTES

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 15 DE RANG 6 : RENAULT 9 GTS
- ACTION 3 DE RANG 6 : CITROEN LNA E

- ACTION : 17 PEUGEOT 505 GL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 3 DE RANG 6 : CITROEN LNA E

** RANG : 6

- ACTION : 15 RENAULT 9 GTS

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 10 DE RANG 7 : PEUGEOT 104 S
- ACTION 6 DE RANG 7 : TALBOT SAMBA LS

- ACTION : 3 CITROEN LNA E

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 9 DE RANG 7 : RENAULT 5 TS
- ACTION 6 DE RANG 7 : TALBOT SAMBA LS

** RANG : 7

- ACTION : 10 PEUGEOT 104 S

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS.

- ACTION 14 DE RANG 8 : CITROEN BX
- ACTION 2 DE RANG 8 : AUSTIN METRO 1E
- ACTION 18 DE RANG 9 : RENAULT 20 LS

- ACTION : 9 RENAULT 5 TS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 1 DE RANG 8 : RENAULT 4

- ACTION : 6 TALBOT SABRE LS

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS.

- ACTION 1 DE RANG 8 : RENAULT 4
- ACTION 2 DE RANG 8 : AUSTIN METRO 1E

** RANG : 8

- ACTION : 14 CITROEN BX

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 9 : RENAULT 9C

- ACTION : 1 RENAULT 4

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 18 DE RANG 9 : RENAULT 20 LS

- ACTION : 2 AUSTIN METRO 1E

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 8 DE RANG 9 : RENAULT 9C

** RANG : 9

- ACTION : 8 RENAULT 9C

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 11 DE RANG 10 : VW JETTA C - 4 PORTES

- ACTION : 18 RENAULT 20 LS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 11 DE RANG 10 : VW JETTA C - 4 PORTES

** RANG 1 10

- ACTION : 11 VW JETTA C 4 PORTES

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

SI VOUS DESIREZ : 1- LA LISTE DE SUCCESEURS IMMEDIATS POUR
L'ENSEMBLE DES ACTIONS --> TAPER 1
2- LA LISTE DES SUCCESEURS IMMEDIATS DE QUELQUES
ACTIONS QUE VOUS CHOISIREZ --> TAPER 2
3- PASSER A L'ETAPE SUIVANTE --> TAPER 3

2
3

COMMANDE ? : MODE, MENT, NONC, POID, SENS, EVAL, INDF, SCR1, VETO, SEUL, EDIT, VASY, STOP, HELP, VISU

STOP

*** FIN D'UTILISATION DU PROGRAMME ELECTRE 3-4 ***

READY

161

JEU D'ESSAI NUMERO 5

Le programme est utilisé dans sa version traitement par lots en MODE 1 (ELECTRE III) (12 actions, 4 critères).

L'image du fichier de données est présenté à la page suivante. Ce fichier doit être précédé par des cartes de commande spécifiques au système d'exploitation de l'ordinateur utilisé pour déclencher l'appel du programme et, éventuellement, la compilation et l'édition des liens.

Les données de ce jeu d'essai déclenchent deux exécutions du programme. La seconde carte 'VASY' est précédée par une modification du jeu de poids et des seuils de veto.

01000 //GO-SYNSIN DD *

01100 LAISAGE

01200 SELECTION DE VOITURES

01300 HODE

01400 L

01500 METN

01600 4 1.2

01700 NONC

01800 C-120

01900 PRIX

02000 V-HAX

02100 ESPACE

02200 POLID

02300 J 4 2 1

02400 SENS

02500 0 0 1 1

02600 1 0 1 0

02700 EVAL

02800 R5 GTL

02900 6.6 39900 1.17 5.35

03000 VM GOLF C

03100 7.8 41360 1.40 6.13

03200 OPEL KADETT GL

03300 8.3 45235 1.57 6.56

03400 R9 GTL

03500 7.5 45700 1.50 6.7

03600 FORD ESCORT GL

03700 7.7 46140 1.59 6.31

03800 CSA X1

03900 8.2 46450 1.60 6.63

04000 P305 GR

04100 8.4 48200 1.53 6.91

04200 TALBOT HORIZON GLS

04300 8.5 48800 1.64 6.65

04400 AUDI 80 CL

04500 7 50830 1.48 7.36

04600 R10 GTL

04700 8.1 51700 1.55 7.4

04800 ALFA SUB TI-NR

04900 7.8 52500 1.70 6.19

05000 BMW 3-15

05100 9 54430 1.56 7.02

05200 INDIF

05300 1 .05 500 .02 5 0 0 .05

05400 SCR1

05500 .1 .1 1000 .1 0 .1 0 .1

05600 VETO

05700 0

05800 -2 -.15

05900 0

06000 2000 .15

06100 0

06200 10 -.1

06300 0

06400 .4 -.1

06500 SEU1

06600 .3 -.15

06700 EDLT

06800 0 0 0 0 0 1

06900 * JEU D'ESSAI NUMERO 5 : ELECTRE 3 EN TRAITEMENT PAR LOTS ...

07000 VASY

07100 POINT
07200 1 2 .6 1
07309 VETO
07400 0
07500 .2 .2
07600 0
07700 30000 .20
07800 0
07900 5 .08
08000 0
08100 .4 .15
08200 VASY
08300 STOP
08400 /
08500 / /

UNIVERSITE DE PARIS-DAUPHINE

L A M S A D E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE MODELISATION DES SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** PROJET : SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR : LAMSADE

- MODE 1 -

** JEU D'ESSAI NUMERO 5 : ELECTRE 3 EN TRAITEMENT PAR LOTS ...

CRITERES :	POIDS	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS,
1 C-120	3.00	0.10 + 0.05 * G(A)	0.10 + 0.10 * G(A)	0.20 + 0.15 * G(A)	0 1
2 PRIX	4.00	500.00 + 0.02 * G(A)	1000.00 + 0.10 * G(A)	2000.00 + 0.15 * G(A)	0 0
3 V-FAZ	2.00	5.00 + 0.0 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	10.00 + 0.10 * G(A)	1 0
4 ESPACE	1.00	0.0 + 0.05 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.10 * G(A)	1 0

CLASSEMENT DE 12 ACTIONS SUR 4 CRITERES

SEUIL (LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * ~0.150)

ACTIVITIES	1	DEGREES DE CREDIT LINE									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.00	0.90	0.0	0.0	0.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.60	1.00	0.77	0.32	0.80	0.75	0.72	0.0	0.0	0.0	0.70
3	0.0	0.73	1.00	0.79	0.94	1.00	1.00	0.96	0.42	0.90	0.85
4	0.42	0.60	0.96	1.00	0.92	0.90	1.00	0.82	0.90	0.91	0.80
5	0.25	0.63	1.00	0.90	1.00	1.00	0.93	1.00	0.59	0.90	0.89
6	0.02	0.60	1.00	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.90	0.91
7	0.0	0.51	0.84	0.62	0.79	0.93	1.00	0.88	0.24	0.97	0.74
8	0.0	0.22	0.78	0.53	0.60	0.91	1.00	1.00	0.0	0.90	0.06
9	0.0	0.0	0.52	0.64	0.56	0.57	0.39	0.75	1.00	0.96	0.80
10	0.0	0.0	0.60	0.53	0.60	0.63	0.81	0.79	0.70	1.00	0.81
11	0.0	0.0	0.59	0.55	0.60	0.57	0.63	0.75	0.0	0.0	1.00
12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.05	0.20	0.57	0.52	0.0	0.66	0.47

CLASSEMENT DES ACTIONS

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	4	R9 GTL
2	3	OPEL KADETT GL
3	5	FORD ESCORT GL
4	6	GSA XI
5	9	AUDI 80 CL
6	7	P305 GR
7	10	R18 GTL
8	11	RS GTL
9	8	TALBOT HORIZON GLS
10	11	ALFA SUD TI-NR
11	12	VW GOLF C
12	12	BMW 3-15

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	4	R9 GTL
2	5	FORD ESCORT GL
3	6	GSA XI
4	1	R5 GTL
5	3	OPEL KADETT GL
6	2	VW GOLF C
7	9	AUDI 80 CL
8	8	TALBOT HORIZON GLS
9	7	P305 GR
10	1	ALFA SUD TI-NR
11	2	R18 GTL
12	12	BMW 3-15

TABLEAU DES ACTIONS

ACTIONS	4	5	6	3	9	1	7	2	8	10	11	12
4	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
5	0	+1	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
6	0	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	0	+1	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
9	0	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1	0	*	+1	+1	*	+1	+1	*	+1	+1	+1	+1
7	0	*	*	*	*	*	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	0	*	*	*	*	*	*	*	*	+1		
0	0	*	*	*	+1	+1						
10				0	*	+1						
11					0	+1						
12						0						

* RANG : 1

- ACTION : 4 R9 GTL

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS :

- ACTION 5 DE RANG 2 + FORD ESCORT GL

- ACTION 3 DE RANG 2 + OPEL KADETT GL

* RANG : 2

- ACTION : 5 FORD ESCORT GL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 6 DE RANG 3 + GSA X1

- ACTION : 3 OPEL KADETT GL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 9 DE RANG 4 + AUDI 80 GL

** RANG : 3

- ACTION : 6 GSA X1

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS,

- ACTION 9 DE RANG 4 : AUDI 80 CL

- ACTION 1 DE RANG 4 : RS GTL

** RANG : 4

- ACTION : 9 AUDI 80 CL

CETTE ACTION A 3 SUCCESEURS,

- ACTION 7 DE RANG 5 : P305 GR

- ACTION 2 DE RANG 5 : VW GOLF C

- ACTION 8 DE RANG 5 : TALBOT HORIZON GLS

- ACTION : 1 RS GTL

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS,

- ACTION 2 DE RANG 5 : VW GOLF C

- ACTION 8 DE RANG 5 : TALBOT HORIZON GLS

** RANG : 5

- ACTION : 7 P305 GR

CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS,

- ACTION 10 DE RANG 6 : R18 GTL

- ACTION 11 DE RANG 6 : ALFA SUD TI-NR

- ACTION : 2 VW GOLF C

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 12 DE RANG 7 : BMW 3-15

- ACTION : 8 TALBOT HORIZON GLS

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 11 DE RANG 6 : ALFA SUD TI-NR

** RANG : 6

- ACTION : 10 R18 GTL

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 12 DE RANG 7 : BMW 3-15

- ACTION : 11 ALFA SUD TI-NR

CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :

- ACTION 12 DE RANG 7 : BMW 3-15

44 RANG 1 7

- ACTION : 12 (W 3-1)

CETTE ACTION N'A PAS DE SUCCESEUR.

UNIVERSITÉ DE PARIS-DAUPHINE

L A U S A D E

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE MODELISATION DES SYSTEMES POUR L'AIDE A LA DECISION

** PROGRAMME ELECTRE 3-4 **

*** PROJET : I SELECTION DE VOITURES

*** UTILISATEUR ! LAMSADE

= $\mu_0 \epsilon_0 C$ = 1 =

** JEU D'ESSAI NUMERO 5 : ELECTRE 3 EN TRAITEMENT PAR LOTS ...

- 171 -

CRITERES :	POIDS	SEUIL D'INDIFFERENCE	SEUIL DE PREFERENCE STRICTE	SEUIL DE VETO	ECH SENS
C-120	1.00	0.10 + 0.05 * G(A)	0.10 + 0.10 * G(A)	0.20 + 0.20 * G(A)	0
PHIX	2.00	500.00 + 0.02 * G(A)	1000.00 + 0.10 * G(A)	3000.00 + 0.20 * G(A)	0
V-FMAX	5.00	5.00 + 0.01 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	5.00 + 0.05 * G(A)	0
ESPACE	1.00	0.0 + 0.05 * G(A)	0.0 + 0.10 * G(A)	0.40 + 0.15 * G(A)	0

CLASSEMENT DE 12 ACTIONS SUR 4 CRITERES

SEUTL(LAMBDA) = 0.300 + (LAMBDA * -0.150)

ACTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.00	0.90	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.89	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.37	0.0	0.60	0.11	0.0	0.30
3	0.70	0.06	1.00	0.93	0.98	1.00	1.00	0.69	0.30	0.90	0.55	0.97
4	0.74	0.04	0.80	1.00	0.76	0.70	1.00	0.46	0.71	0.91	0.0	1.00
5	0.70	0.02	1.00	0.98	1.00	1.00	0.93	1.00	0.84	0.90	0.67	0.90
6	0.70	0.60	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.90	0.73	0.99
7	0.70	0.78	0.92	0.05	0.07	0.07	1.00	0.65	0.80	0.97	0.00	1.00
8	0.49	0.76	0.89	0.02	0.67	0.95	1.00	1.00	0.01	0.90	0.91	0.99
9	0.03	0.00	0.56	0.02	0.47	0.43	0.94	0.25	1.00	0.80	0.0	0.94
10	0.0	0.56	0.80	0.78	0.00	0.02	0.90	0.70	0.90	1.00	0.43	1.00
11	0.0	0.03	0.79	0.75	0.60	0.77	0.77	0.86	0.81	0.90	1.00	0.90
12	0.0	0.0	0.77	0.70	0.70	0.69	0.79	0.52	0.0	0.97	0.27	1.00

C L A S S E M E N T D E S A C T I O N S

DISTILLATION DESCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	8	TALBOT HORIZON GLS
2	11	ALFA SUD TI-NR
3	6	GSA XI
4	3	OPEL KADETT GL
5	5	FORD ESCORT GL
6	4	R9 GTL
7	9	AUDI 80 CL
8	7	P305 GR
9	10	R18 GTL
10	2	VW GOLF C
11	1	R5 GTL
12	12	BMW 3-15

DISTILLATION ASCENDANTE

POSITION	ACTION	NOM
1	5	FORD ESCORT GL
2	6	GSA XI
3	8	TALBOT HORIZON GLS
4	11	ALFA SUD TI-NR
5	13	OPEL KADETT GL
6	1	R5 GTL
7	9	AUDI 80 CL
8	7	P305 GR
9	2	VW GOLF C
10	10	R18 GTL
11	4	R9 GTL
12	12	BMW 3-15

TABLEAU DES ACTIONS
W.E.S.S. et R.A.I.G.

ACTIONS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
3	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
4	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
5	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
6	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

** RANG : 1

- ACTION : 4 TALBOT HORIZON GLS
CETE ACTION A UN SUCCESSEUR :
ACTION 11 DE RANG 2 + ALFA SUD TL-MR

** RANG : 2

- ACTION : 11 ALFA SUD TL-MR
CETE ACTION A UN SUCCESSEUR :
- ACTION 5 DE RANG 3 + FORD ESCORT GL
- ACTION 6 DE RANG 3 + GSA X1

* RANG 1 : 3

- ACTION : 5 FORD ESCORT GL
 CETTE ACTION A UN EQUIVALENT : L'ACTION 6 GSA XI
 CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
 - ACTION 3 DE RANG 4 : OPEL KADETT GL
 - ACTION : 6 GSA XI
 CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
 - ACTION 7 DE RANG 4 : OPEL KADETT GL

* RANG 1 : 4

- ACTION : 3 OPEL KADETT GL
 CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS :
 - ACTION 2 DE RANG 5 : AUDI 80 CL
 - ACTION 1 DE RANG 5 : RS GTL

* RANG 1 : 5

- ACTION : 9 AUDI 80 CL
 CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
 - ACTION 7 DE RANG 6 : P305 GR
 - ACTION : 1 RS GTL
 CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
 - ACTION 12 DE RANG 9 : BMW 3-15

* RANG 1 : 6

- ACTION : 7 P305 GR
 CETTE ACTION A 2 SUCCESEURS :
 - ACTION 4 DE RANG 7 : R9 GTL
 - ACTION 2 DE RANG 7 : VW GOLF C

* RANG 1 : 7

- ACTION : 4 R9 GTL
 CETTE ACTION A UN SUCCESEUR :
 - ACTION 10 DE RANG 8 : R18 GTL
 - ACTION : 2 VW GOLF C

RANG : 6

- ACTION : 10 RIB GRL
CETTE ACTION A UN SUCCESSEUR
ACTION 12 DE RANG 9 ; BMW 3-15

PAGING : 2

ACTION : 12 BW 3-15

APPLICATIONS

1. ELECTRE III

GOUMAS A. (1983) : Expérimentation de deux modèles complémentaires d'aide à la décision sur une base de données commune, Mémoire de 3e cycle, Université de Paris-Dauphine.

LOCHARD J., SISKOS J. (1983) : La gestion des risques environnementaux d'origine industrielle, dans : JACQUET-LAGREZE E. et SISKOS J. (eds.), Méthode de décision multicritère, Hommes et Techniques (variante de ELECTRE III).

MARCHET J.C., SISKOS J. (1979) : Aide à la décision en matière d'environnement : Application au choix de tracé autoroutier, Sistemi Urbani 2, p. 65-95.

MENDOZA R.A. (1981) : Evaluation multicritère des régions et des projets de développement du bassin Chixoy au Guatemala, Thèse de 3e cycle, Université de Paris-Dauphine.

ROY B., BOUYSOU O. (1983) : Comparaison, sur un cas précis, de deux modèles concurrents d'aide à la décision, Document du LAMSADE n° 22, Université de Paris-Dauphine, janvier ; également publié dans EJOR, 25, 1986, 200-215.

ROY B., PRESENT M., SILHOL D. (1983) : Programmation de la rénovation des stations du métro parisien : Un cas d'application de la méthode ELECTRE III, Document du LAMSADE n° 24, Université de Paris-Dauphine, juillet ; également publié dans EJOR, 24, 1986, 318-334.

SALOMON R. (1983) : Evaluation technico-économique multicritère d'options destinées à lutter contre un certain type de pollution, Mémoire de 3e cycle, Université de Paris-Dauphine.

SCHNABELE Ph. (1983) : Le choix d'un aménagement aquacole - Exemple d'utilisation du programme ELECTRE III, Mémoire de 3e cycle, Université de Paris-Dauphine.

SISKOS J., HUBERT Ph. (1982) : Multicriteria analysis of impacts of energy alternatives : A survey of a new comparative approach, Cahier du LAMSADE n° 41, Université de Paris-Dauphine, octobre (variante de ELECTRE III), également dans European Journal of Operational Research, Vol. 13, n° 3, juillet, p. 278-299.

2. ELECTRE IV

GARGAILLO L. (1983) : Réponse à l'article de HUGONNARD J.C., ROY B. : Le plan d'extension du métro en banlieue parisienne, un cas type d'application de l'analyse multicritère, Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transport, n° 6, 1er semestre 1982, et réponse des auteurs, à paraître dans les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports.

HUGONNARD J.C., ROY B. (1982) : Les classements des prolongements de lignes de métro en banlieue parisienne (Présentation d'une méthode multicritère originale), Cahier du CERO, Volume 24, n° 2-3-4, p. 153-171.

ROY B., HUGONNARD J.C. (1982) : Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method, Transportation Research, Vol. 16A, n° 4, p. 153-171.

BIBLIOGRAPHIE

HUGONNARD J.C., ROY B. (1982) : Classement des prolongements de lignes de métro en banlieue parisienne (Présentation d'une méthode multicritère originale), Cahiers du CERO, Volume 24, n° 2-3-4, p. 153-171.

MARCHET J.C. (juin 1980) : Décision en matière d'environnement : Etudes et critères d'évaluation, Thèse de 3e Cycle en Sciences des Organisations, Université de Paris-Dauphine.

MARCHET J.C., SISKOS J. (9-11 avril 1979) : Decision analysis applied to environment : the case of the choice of a highway line, Communication présentée au Congrès EURO III, Amsterdam.

MARTIN-FARRUGIA G., SILHOL D. (septembre 1979) : Aide à la décision pour un problème d'allocation de postes dans l'administration publique, Mémoire de DEA 3 MS, Université de Paris-Dauphine.

ROY B. (janvier-février 1974) : Critères multiples et modélisation des préférences : l'apport des relations de surclassement, Revue d'Economie Politique, 84, n° 1.

ROY B. (1975) : Vers une méthodologie générale d'aide à la décision, Revue METRA, Vol. XIV, n° 3.

ROY B. (1978) : ELECTRE III : un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples, Cahiers du Centre d'Etudes de Recherche Opérationnelle, Vol. 20, n° 1.

ROY B. (1985) : Méthodologie multicritère d'aide à la décision, Economica.

ROY B., BOUYSSOU D. (janvier 1983) : Comparaison, sur un cas précis, de deux modèles concurrents d'aide à la décision, Université de Paris-Dauphine, Document LAMSADE n° 22 ; également publié dans EJOR, 25, 1986, 200-215.

ROY B., HUGONNARD J.C. (1982) : Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method, *Transportation Research*, Vol. 16A, n° 4, pp. 301-312.

SISKOS J. (juin 1979) : La modélisation des préférences au moyen de fonctions d'utilité additives, Thèse de 3e Cycle en Mathématiques Appliquées, Université de Paris VI.