

Evaluation subjective multicritère et prise de décision

Bernard Fustier , Pascal Oberti
 Université de Corse . Département de Sc.Eco.
 BP 52 20250 Corte

Introduction.

Dans tout problème d'évaluation, le mot *évaluation* recouvre en fait une double signification : (1) c'est l'activité qui consiste à apprécier subjectivement le degré d'adéquation d'un objet sur une liste de plusieurs points de vue, (2) c'est la méthode qui permet d'opérer la synthèse des appréciations individuelles. L'activité (1) est généralement confiée à des experts. Formellement, il s'agit de l'étape de la définition des critères d'évaluation (pour chaque point de vue retenu, il convient d'établir un mode de correspondance entre les objets à évaluer et l'échelle d'évaluation). L'étape (2) dépend de la méthode utilisée. Formellement, il s'agit de définir une application g qui, à chaque objet i , fasse correspondre une évaluation globale $g(i)$. Si tous les points de vue sont reliés positivement à l'objectif général, alors l'application g peut être assimilée à un critère de choix synthétique dans la mesure où l'on obtient un préordre total sur l'ensemble des objets. Dans un problème d'évaluation entendu au sens strict, le préordre obtenu est purement indicatif (FUSTIER 1992). Le chargé d'évaluation n'est pas tenu d'indiquer le meilleur objet à un décideur qui n'est pas identifié. Il se limite à répondre au problème posé : donner une évaluation globale pour chaque objet d'une liste déterminée par un commanditaire. Mais lorsque celui-ci est en même temps un décideur, le préordre ne peut servir en tant que tel à désigner le (les) meilleur(s) objet(s).

Dans ce papier on définit un opérateur d'agrégation fondé sur un compromis entre la formule du maximum pondéré (DUBOIS et PRADE 1986) et l'indicateur de discordance utilisé par les méthodes de surclassement (voir par exemple ROY 1968). Dans une optique décisionnelle, on propose ensuite de modéliser les préférences du décideur sur les deux parties du compromis. A cette fin, on utilise un système relationnel fondamental de préférence du type : (I = indifférence, P = préférence stricte, Q = préférence faible, R = incomparabilité).

1. Données.

Etant donné un ensemble de n objets i (éventuellement un seul) qu'il convient d'évaluer sur un ensemble de m points de vue j , on dispose des éléments suivants :

	1	...	j	...	m
1					
:					
i					
:					
n					
pois					

Les évaluations partielles $p_j(i)$ et les poids $\pi(j)$ sont choisis le long d'une même échelle notée: $E = (\text{inf}E .. e .. \text{sup}E)$. E est interprétée comme *échelle de vérité* : $p_j(i)$ représente le niveau de vérité de la proposition " l'objet i correspond au point de vue j ", $\pi(j)$ le niveau de vérité de la proposition " j est un point de vue important ".

Exception faite de l'échelle utilisée, on se situe dans le cadre de "l'évaluation subjective multicritère" (DUBOIS et GRABISCH 1994). A l'intervalle $[0,1]$ utilisé habituellement en ce domaine, on substitue une échelle : discrète (plus commode dans les applications), numérique ou non (selon le souhait des experts), où chaque échelon possède un opposé.

En désignant par h la hauteur de E , $\Delta(e, e')$ l'écart entre e et e' , et par e^* l'opposé de e , les définitions suivantes sont équivalentes :

cas numérique :	cas non-numérique :
$h = \text{sup}E - \text{inf}E$	$h = \text{card } E - 1$
$\Delta(e, e') = e - e' $	$\Delta(e, e') = \text{nombre d'intervalles entre } e \text{ et } e'$
$e^* = -e$	$\Delta(e, \text{sup}E) = t \Rightarrow e^* = (t+1)^{\text{ème}} \text{ échelon de } E$

Exemple. $E = (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3)$ ou (faux, presque faux, assez faux, à moitié vrai, assez vrai, presque vrai, vrai). Dans les deux cas on vérifie que: $0 \leq \Delta(e, e') \leq h$, avec : $h = 6$. Pour l'instant, on considère comme donnés les m critères p_j et l'application π (procédés décrivant la manière dont les experts choisissent les niveaux de vérité). Nous reviendrons sur ce point au paragraphe 6.

2. Définitions préliminaires, hypothèse.

On appelle :

objet idéal, un objet fictif dont le profil est défini par la suite des poids $[\pi(j) ; j = 1 \dots m]$; l'objet idéal est noté u , les notations $p_j(u)$ et $\pi(j)$ sont donc équivalentes.

point de vue fondamental, tout point de vue j , tel que: $\pi(j) = \text{sup}E$.

point de vue concordant, tout point de vue j tel que $p_j(i) \geq \pi(j)$; point de vue pour lequel l'évaluation de l'objet i est au moins aussi bonne que celle de l'objet idéal.

point de vue discordant, tout point de vue j tel que $p_j(i) < \pi(j)$; point de vue pour lequel l'évaluation de l'objet i est moins bonne que celle de l'objet idéal.

D'autre part, nous dirons qu'un profil est vide si toutes ses composantes sont égales à $\text{inf}E$, plein si toutes ses composantes sont égales à $\text{sup}E$ (en particulier, le profil de l'objet idéal est plein si tous les points de vue sont fondamentaux).

Enfin, nous supposerons que l'ensemble des points de vue comporte au moins un point de vue fondamental : $\exists j \in \{1 \dots m\} : \pi(j) = \text{sup}E$.

3. Objectif.

On se propose d'établir, pour chaque objet i , la synthèse des m évaluations partielles compte tenu de l'importance accordée aux différents points de vue. Formellement, il s'agit de déterminer un critère synthétique, c'est-à-dire une application g qui, à tout objet i , fasse correspondre un échelon $g(i)$ de E , appelé évaluation globale. Le critère g doit posséder au moins les quatre propriétés suivantes:

- P1. profil de i vide $\Rightarrow g(i) = \text{inf}E$
- P2. profil de i plein $\Rightarrow g(i) = \text{sup}E$
- P3. $u =$ objet idéal : $g(u) = \text{sup}E$
- P4. $\exists j^* / \pi(j^*) = \text{sup}E$ et $p_{j^*}(i) = \text{inf}E \Rightarrow g(i) = \text{inf}E$

P1 et P2 sont élémentaires. P3 est naturelle (particulièrement en économie, où l'on attend d'un objet considéré comme "idéal" qu'il donne une évaluation maximale). P4 répond au souhait des experts consultés dans le cadre des applications présentées au paragraphe 6 (en fait, il n'est pas choquant de considérer qu'un objet qui ne correspond pas du tout à un point de vue fondamental, soit pénalisé par une évaluation minimale).

4. Proposition.

Un opérateur d'agrégation satisfaisant aux propriétés précédentes peut être défini par :

$$g(i) = \left\{ \bigvee [p_j(i) \wedge \pi(j)] ; j = 1 \dots m \right\} \wedge \left\{ \left(\bigvee [r_j(i) ; j=1\dots m] \right)^* \right\}$$

Le premier terme est le maximum pondéré (DUBOIS et PRADE 1986). Le second terme rend compte de la notion de discordance utilisée par les méthodes de surclassement (ROY 1968, 1985). En posant $s_j(i) = p_j(i) \wedge \pi(j)$, les $r_j(i)$ se calculent de la manière suivante :

cas numérique :	cas non-numérique :
$r_j(i) = \Delta[s_j(i), \pi(j)] + \text{infE}$ où $\Delta[s_j(i), \pi(j)] = s_j(i) - \pi(j) $ et $\text{infE} < 0$	$\Delta[s_j(i), \pi(j)] = t \Rightarrow r_j(i) = (t+1)^{\text{ème}} \text{ échelon de E}$ où $t = \text{nombre d'intervalles entre } s_j(i) \text{ et } \pi(j)$

Etant donné que le symbole * signifie que l'on prend l'opposé du plus grand $r_j(i)$, l'évaluation globale de l'objet i peut encore s'écrire : $g(i) = \left\{ \bigvee [p_j(i) \wedge \pi(j)] ; j = 1 \dots m \right\} \wedge \left\{ \bigwedge [r_j^*(i) ; j=1\dots m] \right\}$

5. Interprétation économique, commentaires.

1) La première étape de la procédure d'agrégation consiste à évaluer la satisfaction engendrée par le profil de tout objet i . On commence par définir la satisfaction résultant de l'évaluation de i sur j par : $s_j(i) = p_j(i) \wedge \pi(j)$. L'emploi de l'opérateur \wedge signifie qu'une "bonne" évaluation ne procure pas nécessairement une "forte" satisfaction, encore faut-il que le point de vue adopté soit important. On résume ensuite les m indices de satisfaction partielle par l'indice le plus élevé, d'où la formule du maximum pondéré : $s(i) = \bigvee [p_j(i) \wedge \pi(j) ; j = 1 \dots m]$.

Dans le cas $[0,1]$ et sous réserve qu'il existe au moins un poids égal à 1, le maximum pondéré correspond à la possibilité d'un ensemble flou (DUBOIS et PRADE 1994). Avec l'hypothèse analogue posée au paragraphe 2, l'indice de satisfaction globale $s(i)$ possède P1 et P3. Il vérifie également P2, mais il ne possède pas P4.

Le maximum pondéré possède une propriété trop tolérante : $\exists j^* / \pi(j^*) = p_{j^*}(i) = \text{supE} \Rightarrow s(i) = \text{supE}$. Il suffit en effet qu'un objet corresponde pleinement à un seul point de vue fondamental, pour que son profil produise une satisfaction maximale (quel que soit le niveau de ses autres composantes, même si ces dernières sont égales à infE pour d'autres points de vues fondamentaux). Pour corriger cet excès, on introduit la notion de regret dans une seconde étape.

2) Par définition $s_j(i)$ ne peut dépasser le niveau de $\pi(j)$ qui représente la satisfaction retirée de l'évaluation de l'objet idéal sur j . Lorsque $s_j(i)$ est inférieure à $\pi(j)$, on dira que l'évaluation de i sur j produit un regret $r_j(i)$. Il s'agit d'une notion analogue à celle d'écart discordant utilisée dans la méthode ELECTRE-1 (ROY 1968).

En effet, pour les points de vue concordants tels que $p_j(i) \geq \pi(j)$, on a $s_j(i) = \pi(j)$, d'où absence de regret ($r_j(i) = \text{infE}$) :

cas numérique :	cas non-numérique :
$\Delta[s_j(i), \pi(j)] = s_j(i) - \pi(j) = 0$ donc $r_j(i) = 0 + \text{infE} = \text{infE}$	$\Delta[s_j(i), \pi(j)] = 0$ intervalle donc $r_j(i) = 1^{\text{er}} \text{ échelon de E} = \text{infE}$

Mais pour les points de vue discordants tels que $p_j(i) < \pi(j)$, on a $s_j(i) = p_j(i)$, d'où $\Delta[s_j(i), \pi(j)] > 0$ et $r_j(i) > \text{inf}E$. Le maximum de regret sur j ($\text{sup}E$) est obtenu pour $p_j(i) = \text{inf}E$ et $\pi(j) = \text{sup}E$:

cas numérique :	cas non-numérique :
$\Delta[s_j(i), \pi(j)] = \text{inf}E - \text{sup}E $	$\Delta[s_j(i), \pi(j)] = h (\text{card } E - 1)$
donc $r_j(i) = \text{inf}E - \text{sup}E + \text{inf}E = \text{sup}E$.	donc $r_j(i) = \text{dernier échelon de } E = \text{sup}E$

La synthèse des regrets partiels est obtenue d'une manière analogue à celle des satisfactions partielles, soit : $r(i) = V [r_j(i) ; j=1...m]$.

3) En prenant l'opposé de $r(i)$, on obtient un indice de non - discordance qui, combiné avec l'indice de satisfaction, donne : $g(i) = s(i) \wedge r^*(i)$. Cette écriture correspond à la première relation de 4; en posant $r^*(i) = \Lambda [r_j^*(i) ; j=1...m]$, on obtient la seconde relation. $g(i)$ représente le niveau de vérité de la proposition : " l'objet i est source de satisfaction et ne produit pas de regret ". On vérifie (FUSTIER 1994) que le critère synthétique g possède les quatre propriétés données au paragraphe 4. En particulier, tout objet qui ne correspond pas (au sens fort du terme) à un point de vue fondamental possède une évaluation globale égale à $\text{inf}E$.

Remarque. Lorsque le profil de l'action idéale est plein (cas particulier de points de vue tous fondamentaux), on démontre que l'évaluation globale d'une action est égale à la composante la plus basse de son profil (FUSTIER 1994): $g(i) = \Lambda [p_j(i) ; j = 1...m]$.

6. Définitions de critères : études de cas.

cas n°1 : évaluation de demandes de crédits (Françoise Corticchiato et Serge Sanci, mémoire de maîtrise en sciences économiques 1995)

A chaque demande de crédit, correspond une grille d'évaluation qui comprend 12 points de vue et 4 appréciations possibles :

	très défavorable	plutôt défavorable	plutôt favorable	très favorable
situation familiale		X		
stabilité emploi				X
qualité client etc ..			X	

Les croix sont inscrites par un expert de l'agence bancaire. Ce dernier agit conformément aux règles qui lui sont imposées par la direction du service des prêts. Par exemple, la situation familiale du demandeur sera jugée "très favorable" si celui-ci est marié et a au moins 35 ans, ou est divorcé depuis moins de 5 ans et a plus de 62 ans. Les critères associés aux 12 points de vue sont rigoureusement définis (critère = procédé selon lequel l'expert est amené à cocher une case et une seule par ligne).

La seconde étape consiste à résumer le profil du demandeur par une appréciation générale qui sera communiquée à la direction en vue de la prise de décision. C'est ici qu'interviennent la nature du crédit et l'importance de la somme demandée. Ces deux caractéristiques du dossier donnent lieu à une pondération implicite des points de vue que l'expert incorpore "mentalement" au profil du demandeur : l'agrégation des critères pondérés est le résultat d'une procédure non formalisée qui repose entièrement sur l'intuition de l'expert.

L'opérateur d'agrégation défini précédemment a été appliqué à 7 grilles d'évaluation. Il suffisait de demander à l'expert qu'il précise les pondérations utilisées dans chaque cas ("très favorable" pour un point de vue fondamental, "très défavorable" pour un point de vue à éliminer, les deux autres échelons pour des points de vue intermédiaires). Dans tous les cas on constate que les résultats théoriques correspondent aux appréciations générales fournies par l'expert (ce qui n'est pas un exploit eu égard à la faible hauteur de l'échelle d'appréciation présentement utilisée).

cas n°2 : évaluation de sites en vue de l'implantation d'une bibliothèque . (Marie - Ange Nicolaï, mémoire de maîtrise en sciences économiques 1995)

Le problème concerne la nouvelle bibliothèque de l'Université de Corse. L'espace de localisation comprend 4 lieux possibles qu'il convient d'évaluer selon 5 points de vue . 5 membres du Conseil d'Administration de l'Université ont joué le rôle d'experts. Ils ont été interrogés séparément sur les niveaux de vérité ("faux", "presque faux", ... "vrai") des propositions : " le site i correspond au point de vue j ", " le point de vue j est important ". La réponse de l'expert médian est retenue dans chaque cas. Le préordre obtenu sur la base des évaluations globales $g(i)$ a été confronté aux résultats fournis par deux méthodes utilisant des relations de surclassement . Les méthodes convergent pour éliminer deux sites. En revanche, une forte divergence est constatée sur la position respective des deux autres.

cas n°3 : évaluation d'actions d'un programme de développement régional . (Pascal Oberti, mémoire de DEA en sciences économiques 1993)

Le programme comprend 5 actions. 8 points de vue ont été retenus (facilement réalisable, structure le secteur résidentiel ...). 3 économistes régionaux se sont prononcés sur les niveaux de vérité des propositions : " l'action i correspond au point de vue j " et " j est important ". Mais la construction des critères s'est révélée plus complexe que dans le cas précédent :

1) lorsque les réponses sont assez homogènes, on retient, comme dans le cas n°2, la réponse de l'expert médian .

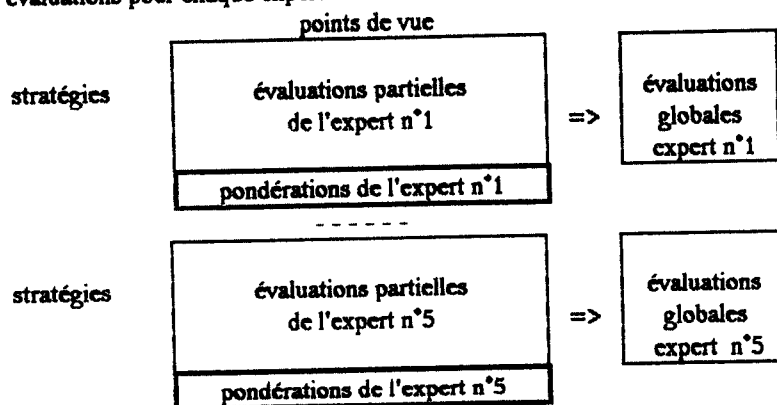
2) dans le cas contraire on instaure une procédure DELPHI (voir par exemple : DALKEY 1969) pour amener les experts à expliquer leurs points de divergence. De deux choses l'une. Si un consensus se dégage sur une question, on est ramené à l'étape 1) et l'on opte pour la médiane. Sinon, la procédure d'agrégation se déroule en deux temps : d'abord avec la réponse de l'expert le plus sévère, ensuite avec la réponse de l'expert le moins sévère.

Cette procédure conduit généralement à caractériser chaque objet par deux évaluations globales.

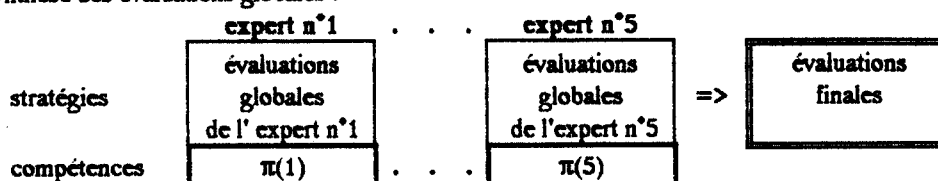
cas n°4 : évaluation de stratégies de développement régional . (Marie Noëlle Burgarella, thèse sciences économiques 1995).

Il s'agit d'apprécier la pertinence de trois grandes stratégies de développement pour une région insulaire (développement par les exportations, par la rente ou par la coopération). Le problème est plus général que celui examiné dans le cas n°3 et la liste des points de vue est restreinte à 4 grandes classes. La phase d'évaluation s'est déroulée pendant un colloque avec la collaboration de 5 experts. Devant la diversité des réponses, il n'a pas été possible d'utiliser la médiane. Faute de temps, le recours à DELPHI a été écarté. Finalement, la procédure d'agrégation a été réalisée en deux étapes :

1) synthèse des évaluations pour chaque expert :



2) synthèse des évaluations globales :



avec : $\pi(1) \dots \pi(5)$ = niveaux de compétence des experts (choisis le long de l'échelle d'évaluation).

Dans le cas particulier où chaque expert s'estime "vraiment" compétent, on est ramené au résultat donné au paragraphe 5 : l'évaluation finale d'un objet est donnée par l'évaluation de l'expert le plus sévère (= évaluation globale la plus basse).

7. évaluation et décision.

Dans une optique décisionnelle, le critère d'évaluation g est un vrai - critère (ROY et VINCKE 1987). Etant donné deux objets a et b , on a :

$$\begin{aligned} a P b &\Leftrightarrow g(a) > g(b) && (P = \text{relation de préférence stricte}) \\ a I b &\Leftrightarrow g(a) = g(b) && (I = \text{relation d'indifférence}) \end{aligned}$$

Observons, cependant, que le pouvoir de discrimination de ce vrai - critère n'est pas absolument parfait, car l'usage d'une échelle discrète introduit un seuil non infinitésimal dans le passage de l'indifférence à la préférence stricte. Mais le préordre qui découle de la structure de préférence (I,P) est peu réaliste. On constate en effet que la relation P doit être nuancée et que la relation I révèle des situations très différentes.

Supposons, par exemple, qu'avec une échelle du type (faux, presque faux, assez faux, à moitié vrai, assez vrai, presque vrai, vrai), on obtienne les résultats suivants :

objet i	satisfaction : $s(i)$	regret : $r(i)$	non - regret : $r^*(i)$
a	vrai	assez faux	assez vrai
b	assez vrai	assez faux	assez vrai

$g(a) = g(b) = \text{assez vrai} \Rightarrow a I b$. Mais il serait plus réaliste d'admettre une légère préférence en faveur de a (dans la mesure où il n'y a aucune raison objective pour accorder des poids différents à la satisfaction et au regret).

objet i	satisfaction : $s(i)$	regret : $r(i)$	non - regret : $r^*(i)$
a	presque vrai	assez faux	assez vrai
b	assez vrai	presque faux	presque vrai

$g(a) = g(b) = \text{assez vrai} \Rightarrow a I b$. Mais il serait plus réaliste d'admettre une situation d'incomparabilité entre a et b (dans la mesure où la même importance est accordée à la satisfaction et au regret).

Ces situations proviennent du manque de souplesse de l'opérateur Λ utilisé pour établir le compromis entre la satisfaction et le non - regret.

Dans une optique décisionnel, on propose la définition d'un système de préférences (ROY 1985) du type : (I = indifférence, P = préférence stricte, Q = préférence faible, R = incomparabilité). La définition d'un tel système relationnel fondamental de préférences (s.r.f.p) est fondé sur les deux sous critères d'évaluation : s = satisfaction, et r = regret.

8. Définition d'un système relationnel fondamental de préférence.

Etant entendu que la préférence du décideur est croissante sur s , décroissante sur r et que s et r ont la même importance dans la prise de décision, on propose la définition suivante :

	définition	représentation	propriétés élémentaires
$a P b$	$s(a) > s(b)$ et $r(a) < r(b)$	$a \text{-----} > b$	asymétrique, irréflexive, transitive.
$a Q b$	$s(a) > s(b)$ et $r(a) = r(b)$ ou $s(a) = s(b)$ et $r(a) < r(b)$	$a \text{-----} > b$	asymétrique, irréflexive .
$a I b$	$s(a) = s(b)$ et $r(a) = r(b)$	$a \text{-----} b$	symétrique, réflexive, transitive.
$a R b$	$s(a) > s(b)$ et $r(a) > r(b)$ ou $s(a) < s(b)$ et $r(a) < r(b)$	$a . \quad . b$	symétrique, irréflexive .

Soit H et X deux relations binaires, on dit que H est X - transitive si :

$$a H b \text{ X } c \Rightarrow a H c$$

$$\alpha \text{ X } \beta \text{ H } \gamma \Rightarrow \alpha H \gamma$$

Dans le cas présent, toutes les relations du s.r.f.p sont I - transitives. En outre, on vérifie que la relation P est Q - transitive (OBERTI 1995).

La propriété d' I - transitivité est intéressante, car si dans le graphe associé au s.r.f.p il existe un sous-ensemble T de sommets indifférents, alors tous ces sommets sont dans la même relation avec tout autre sommet du graphe. On pourra donc réduire le graphe en assimilant les éléments de T à un sommet fictif t . Exemple, $T = \{a, b, c\}$:

	préférence stricte	préférence faible	incomparabilité
graphe initial			
graphe réduit			

Dans le graphe réduit ne subsistent que les arcs représentant des situations de préférences strictes ou faibles. Un tel graphe se traite facilement. Par exemple, on détermine le noyau à partir des arcs associés à la préférence stricte ("gros" noyau), puis on élimine de celui -ci certains éléments en faisant intervenir la préférence faible ("petit" noyau).

9. Illustration .

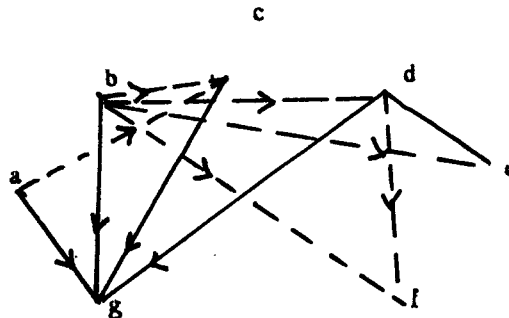
Etant donné un ensemble de 7 objets $a, b \dots g$ évalués en fonction de 5 points de vue 1, 2 ... 5. L'échelle d'évaluation utilisée est : faux (F), presque faux (PF), assez faux (AF), à moitié vrai (AMV), assez vrai (AV), presque vrai (PV), vrai (V). On a :

	évaluations partielles					résultats			
	1	2	3	4	5	s(i)	r(i)	r*(i)	g(i)
a	PV	PV	PV	V	V	PV	PF	PV	PV
b	V	AV	V	V	V	V	AF	AV	AV
c	PV	AV	PV	AV	PV	PV	AF	AV	AV
d	V	AMV	V	V	V	V	AMV	AMV	AMV
e	PV	V	AF	AMV	AF	V	AMV	AMV	AMV
f	V	AF	V	AF	F	V	AV	AF	AF
g	AV	PF	AV	PV	V	AV	PV	PF	PF

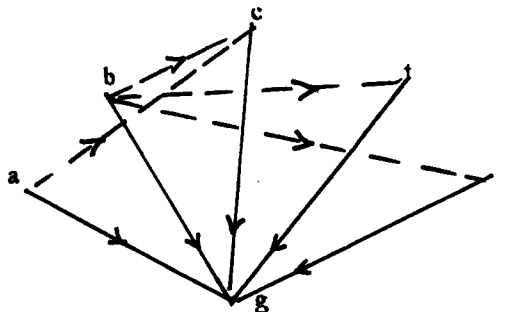
pois	1	2	3	4	5
	V	V	PV	AV	AMV

1) Le critère synthétique g donne le pré - ordre suivant : $a > b = c > d = e > f > g$. S'il faut retenir un seul candidat, on choisira l'objet a .

2) Le graphe associé au s.r.f.p est le suivant :



En résumant le sous - ensemble $T = \{ d, e \}$ par le sommet fictif t , on obtient le graphe réduit :



à partir duquel, on détermine le "gros" noyau = $\{ a, b, c, t, f \}$ et le "petit" noyau = $\{ a, b \}$.

On constate que g est le candidat le moins bon, mais que a n'est pas nécessairement le candidat le meilleur.

Références :

- DALKEY (N). 1969. "An experimental Study of Group Opinion: the DELPHI method". *Futures*, n°5, septembre.
- DUBOIS (D), PRADE (H), 1986 : " Weighted Minimum and Maximum Operations. Fuzzy Sets Theory". *Information Sciences*. n°39.
- DUBOIS (D), GRABISCH (M), 1994: "Agrégation multicritère et optimisation" in: *Logique floue* (179 - 199), ARAGO 14 - OFTA, Masson éditeur, Paris.
- DUBOIS (D), PRADE (H), 1994: "Ensembles flous et théorie des possibilités : notions de base " in: *Logique floue* (29 - 62), ARAGO 14 - OFTA, Masson éditeur, Paris.
- FUSTIER (B), 1992 : "DECISIO: modélisation qualitative de la prise de décision". *Actes du 24ème Colloque "Structures économiques et Econométrie"*, (21 et 22 mai) Lyon.
- FUSTIER (B), 1994 : " Evaluation multicritère : une approche qualitative " in : PARUCCINI (ed.), *Applying Multiple Criteria Aid to Decision in Environmental Management* (51 - 62), Kluwer Academic Publishers.
- OBERTI (P), 1995 : " Extension des modèles Satisfaction - Regret par la définition d'une structure de quasi ordre valué " . *Note de recherche du CEMA, Université de Corse*, juin 1995.
- ROY (B), 1968: "Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE)", *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*. n°8, vol.2.
- ROY (B), 1985: "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", *Economica*, Paris.
- ROY (B), VINCKE (P). 1987. "Pseudo-orders : Definition, properties and numerical representation" *Mathematical Social Sciences*. n°14.