

L'aide multicritère à la décision: méthodes et applications

Jean-Marc Martel
Faculté des sciences de l'administration
Université Laval
Québec, Canada G1K 7P4
Courriel: jean-marc.martel@fsa.ulaval.ca

1. Introduction

Il est incontestable que l'aide à la décision (AD) prend appui sur la recherche opérationnelle (RO), mais aussi sur d'autres disciplines (psychologie, sociologie, économie, informatique...) et d'autres démarches. Toutefois, toute contribution en RO ne relève pas nécessairement de l'AD dans la mesure où certains travaux purement mathématiques mis sous l'étiquette de la RO ne sont pas directement tournés vers une aide à la décision (Roy, 1992).

ROADEF, la nouvelle Société française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision (membre de l'IFORS et de l'EURO) qui vient d'être créée au mois de janvier 1998 à Paris suite à la disparition de l'AFCET, pour représenter la communauté des chercheurs en RO/AD en France, semble bien consciente de cette double réalité.

L'AD implique un minimum d'insertion dans le processus de décision: elle ne se fait seulement *pour* mais essentiellement *avec* les acteurs du processus dans l'établissement d'une véritable *relation d'aide*.

Roy (1992) formule le projet de l'AD-RO comme suit:

“Chercher à prendre appui sur la science pour éclairer les décisions de nature managériale et pour conduire les processus de décision dans les systèmes organisés.”

Il attire également l'attention sur le fait que l'on ne découvre pas un “problème” comme un objet qui pré-existe. La formulation qu'on en donne ne peut pas, en général, être totalement objective et ne peut être envisagée indépendamment des rapports entre l'individu et la réalité. Il ajoute qu'il est normal que cette formulation évolue au fur et à mesure du processus de décision. Landry (1988) quant à lui soutient que:

“... centrale au succès d'une démarche d'aide à la décision dans une organisation se trouve la compréhension de l'ensemble du processus de prise de décision dans lequel s'insère cette aide, ce qui implique une capacité d'appréhender adéquatement le problème qui justifie à l'origine et qui alimente par la suite ce processus.”

La RO s'est principalement constituée, jusqu'à assez récemment du moins, à partir des modèles qui postulent l'existence d'une fonction objectif (d'un critère) unique. On admettait ainsi implicitement que pour aider les entreprises à mieux décider, il y avait une règle générale, une fonction objectif qui s'imposait aux yeux de tous pour caractériser la bonne direction dans laquelle il convenait de faire évoluer le système auquel on s'intéressait (Roy 1988). En procédant ainsi, on a l'avantage d'être conduit à un problème mathématique que l'on qualifie de “bien posé” en ce sens qu'il est posé en des termes tels que la solution, souvent dite optimale, est entièrement déterminée par sa

formulation. C'est donc la façon de poser le problème qui crée l'existence et le contenu de la solution. Cette dernière est généralement obtenue à l'aide d'algorithmes ou encore d'heuristiques.

Nombreuses sont les situations concrètes où les conséquences sont suffisamment complexes pour qu'une seule fonction objectif (un seul critère) ne puisse appréhender adéquatement toute l'information nécessaire à la comparaison globale des actions (projets, options, scénarios...). Quelle que soit la manière dont on envisage d'apporter des éléments de réponse à des questions ayant pour objet d'éclairer une décision, il est nécessaire de s'intéresser aux conséquences qu'entraîne la mise à exécution de chacune des actions envisagées. En général, ces conséquences sont multiples et s'apprécient en des termes forts variés (économique, technique, de confort, de prestige...).

Selon Bouyssou (1993), l'argument réaliste selon lequel la "réalité" étant multidimensionnelle, il est naturel que l'on prenne en compte plusieurs points de vue pour aider à la décision et donc qu'on utilise des méthodes multicritères, ne peut à lui seul justifier d'adopter une démarche multicritère pour aider à la décision. Utiliser un tel argument conduirait à voir le monocritère comme un cas limite et dégénéré du multicritère. Selon Bouyssou (1993), adopter une démarche monocritère, ce n'est pas postuler que "dans la réalité" un seul critère est à l'œuvre mais c'est, plus simplement, vouloir aider à la décision en n'exhibant explicitement qu'un seul critère. Il y a, selon lui, à la base d'une démarche multicritère en aide à la décision, un "acte de foi" (une conviction) consistant à croire que construire *explicitement* plusieurs critères peut avoir un "rôle positif" dans le processus de modélisation. C'est cet acte de foi qui permet d'entrer dans ce que Roy (1988) a appelé un nouveau paradigme (le paradigme multicritère) pour l'aide à la décision.

Compte tenu qu'elle prend appui sur la construction de plusieurs critères conflictuels, sa caractéristique essentielle, l'aide multicritère à la décision est condamnée à travailler dans le cadre d'un problème mathématique "mal posé"; il n'existe pas en général de solution réalisant l'optimum sur tous les critères simultanément. Notons, toutefois, que le fait qu'un problème de décision soit "bien posé" du point de vue mathématique ne garantit pas qu'il soit "bien formulé" eu égard à la réalité concernée. L'aide multicritère à la décision paraît être une discipline bien ancrée dans son temps (Vansnick, 1985), qui s'inscrit dans la voie constructiviste (éventuellement confortée par la voie axiomatique) (Pirlot, 1994) intégrant l'idée d'apprentissage et ne cherchant pas à découvrir une vérité existante extérieurement aux acteurs impliqués dans le processus.

2. La formulation multicritère d'un problème de décision

Dans la terminologie introduite par Vansnick (1990), la formulation multicritère d'un problème de décision peut être définie comme le modèle "A, A/F, E" où:

A est l'ensemble des actions potentielles (envisageables, admissibles,...). Cet ensemble peut être défini explicitement (ensemble fini), les contraintes étant implicites, ou implicitement (en général ensemble infini), les contraintes étant explicites. Dans ce deuxième cas, on a recours à la programmation mathématique à objectifs multiples (PMOM) et l'on désigne souvent l'ensemble des actions admissibles par le symbole X;

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

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

La littérature en aide multicritère à la décision n'a pas, jusqu'ici, selon nous accordé suffisamment d'attention à la génération de l'ensemble des actions, du moins dans le cas discret. C'est comme si cet ensemble s'imposait a priori. C'est peut-être vrai pour plusieurs problèmes de décision, mais il y

en a d'autres, notamment en aménagement du territoire, où ce n'est pas le cas. Par contre, on a pris le soin de définir certains concepts comme celui d'actions globalisées (actions mutuellement exclusives) et d'actions fragmentées.

Le deuxième élément du triplet, soit l'ensemble des attributs ou critères, est selon Vincke (1992) la partie la plus délicate de la formulation multicritère d'un problème de décision. Essentiellement, deux approches ont été proposées pour parvenir à construire un ensemble d'attributs en une famille de critères. L'approche du "haut vers le bas" qui consiste à construire une structure hiérarchique ayant à son premier niveau l'objectif global qui est éclaté en sous-objectifs qui sont à leur tour éclatés en sous-sous-objectifs jusqu'à ce que l'on atteigne un niveau mesurable que l'on qualifie d'attributs (Keeney and Raiffa, 1976). La deuxième approche du "bas vers le haut" consiste à identifier toutes les conséquences pouvant résulter de la mise en œuvre des actions, que l'on structure en dimensions puis en axes de signification autour desquels sont construits les critères (Roy, 1985). Un critère est une fonction, définie sur A , qui prend ses valeurs dans un ensemble totalement ordonné. Comme on le verra dans la section suivante, ceux qui adoptent cette deuxième approche se servent de critères pour représenter les préférences du décideur sur les conséquences reliées au critère. L'ensemble d'attributs ou la famille de critères ainsi construits doit posséder certaines propriétés: exhaustivité, non redondance, cohérence, indépendance..., (Roy et Bouyssou, 1993). De plus, selon Bouyssou (1990), cette famille doit posséder deux qualités importantes: être *lisible*, c'est-à-dire contenir un nombre suffisamment restreint de critères pour qu'il soit possible de raisonner sur cette base et, éventuellement, de modéliser des informations inter et intra-critères nécessaires à la mise en œuvre d'une procédure d'agrégation et être *opérationnelle*, c'est-à-dire être acceptée comme base de travail pour la suite de l'étude.

Les évaluations (de performances, d'impacts...) des actions selon chacun des attributs ou critères peuvent s'effectuer en ayant recours à divers moyens (des formules analytiques, des instruments de mesure, des jugements...), être plus ou moins subjectives et être entachées d'imperfections plus ou moins importantes (Roy, 1989).

Cette formulation a beaucoup plus de chances d'être adéquate si les parties intéressées au problème de décision y participent pleinement (Banville et al, 1997; Kenney, 1992); souvent sa légitimité en dépend. En général, cette formulation ne permet pas de répondre totalement au problème de décision et nécessite l'usage d'une méthode multicritère pour dégager les préférences globales du décideur.

L'analyse selon le processus hiérarchique (AHP) de Saaty (1980) ne suit pas exactement cette formulation. Dans la structure hiérarchique, les actions occupent le dernier niveau de la hiérarchie, mais elles sont traitées exactement comme les éléments des autres niveaux à l'aide de comparaisons par paire.

3. Méthodes multicritères

La plupart des méthodes multicritères s'appuient sur la formulation précédente et comportent plus qu'une étape. Si l'ensemble des actions est implicite et défini par un ensemble de contraintes explicites, la méthode multicritère est généralement de type PMOM. Une partie importante des travaux en PMOM cherche à déterminer l'ensemble efficace. La détermination de cet ensemble ne fait pas intervenir les préférences du décideur, n'apporte pas une réponse définitive au problème de décision et n'est pas nécessairement une étape obligée. En effet, en général, l'ensemble efficace contient une infinité d'actions de sorte que l'on doit avoir recours à une procédure d'agrégation (Evans, 1984) pour dégager la ou les meilleures actions.

On peut recenser un très grand nombre de méthodes multicritères, ce qui peut être vu comme une force ou une faiblesse (Bouyssou et al. 1993). La plupart de ces méthodes appartiennent à l'une ou l'autre des trois approches opérationnelles suivantes (Roy, 1985):

- 1) l'approche du critère unique de synthèse, évacuant toute incomparabilité;
- 2) l'approche du surclassement de synthèse, acceptant l'incomparabilité;
- 3) l'approche du jugement local interactif avec itérations essai-erreur.

Les méthodes appartenant à la troisième approche se sont principalement développées dans le cadre de la PMOM. Elles alternent les étapes de calculs (fournissant les compromis successifs) et les étapes de dialogue (source d'informations supplémentaires sur les préférences du décideur). Le lecteur est référé à Gardiner et Steuer (1994) pour une tentative d'unification de ces méthodes.

Il y a une différence fondamentale entre les procédures d'agrégation que contiennent les méthodes multicritères appartenant aux deux premières approches; toutefois dans les méthodes appartenant à ces deux approches les préférences sont introduites a priori. Dans la première approche, d'inspiration américaine, les préférences locales (au niveau de chaque attribut) sont agrégées en une fonction (de valeur, d'utilité) unique qu'il s'agit ensuite d'optimiser. Les travaux relatifs aux méthodes multicritères appartenant à cette approche étudient les conditions d'agrégation, les formes particulières de la fonction agrégeante et les méthodes de construction de ces fonctions (aussi bien au niveau local que global). Les principales méthodes appartenant à cette approche sont: MAUT, SMART, UTA, TOPSIS, AHP et G.P.

La deuxième approche, d'inspiration française, vise dans un premier temps à construire des relations binaires, appelées relations de surclassement, pour représenter les préférences du décideurs, compte tenu de l'information disponible. Dans certaines des méthodes multicritères s'inscrivant dans cette voie, avant de construire ces relations de surclassement, nous introduisons des seuils de discrimination (indifférence, préférence) et même de veto, au niveau de chacun des critères, pour modéliser localement les préférences du décideur. Ces relations ne sont, en général, ni transitives, ni complètes. Dans un deuxième temps, ces relations sont exploitées en vue d'aider à formuler une recommandation qui puisse apporter une réponse au problème de décision. La formulation est formulée en tenant compte de la problématique décisionnelle retenue. En effet, aider à décider n'est pas nécessairement ou uniquement résoudre le problème du choix de la meilleure solution. L'aide à la décision peut concerner d'autres problématiques que celle du choix (Bana e Costa, 1996).

Cette approche renferme des méthodes qui n'ont peut-être pas une très bonne base axiomatique mais qui sont empreintes d'un bon réaliste pragmatique compte tenu des contextes décisionnels fréquemment rencontrés. Cette approche est assez riche en concepts nouveaux, comme ceux des problématiques décisionnelles, du pouvoir discriminant d'un critère.... Les principales méthodes ou familles de méthodes appartenant à cette approche sont: ELECTRE, PROMETHÉE, ORESTE, QUALIFLEX, certaines de ces méthodes étant purement ordinales.

Cela est loin d'épuiser la liste des méthodes multicritères que l'on retrouve dans la littérature. Par exemple, plusieurs méthodes permettent de traiter diverses imperfections de l'information contenue dans les évaluations (E), que ces imperfections soient de nature probabiliste, floue ou mixte (Chen and Hwang, 1992; Martel, 1998; Munda, 1995; Slowinski and Teghem (eds), 1990).

4. Applications

La revue de la littérature nous permet de constater que les outils d'aide multicritère à la décision ont fait l'objet d'applications diversifiées dans des domaines tels que: l'environnement, l'aménagement

du territoire et la gestion de ses ressources naturelles, la planification minière, la gestion énergétique, la gestion des déchets, la localisation, la planification économique, la gestion financière et bancaire, la gestion urbaine et le transport, l'évaluation et la sélection de projets, la gestion de la production et des approvisionnements, la gestion des ressources humaines et matérielles, la gestion des systèmes de défense et la planification militaire, le développement international.... Cette liste n'est certainement pas exhaustive et l'on sait très bien que les applications concrètes d'outils d'aide à la décision ne font pas toujours l'objet d'une publication.

5. Conclusion

Selon Korhonen (1997), le défi le plus important pour le futur de l'aide multicritère à la décision (MCDA) est de se faire connaître, spécialement sur le continent nord américain, et cela malgré le fait qu'elle a connu un développement extraordinaire depuis le début des années 1970. Pour avoir une idée du niveau d'activités dans ce domaine entre 1987 et 1992, le lecteur est invité à consulter Steuer, Gardiner and Gray (1996). Mentionnons également au profit de nos lecteurs qui n'oeuvrent pas en MCDA l'existence de trois groupes de travail internationaux reconnus qui se rencontrent fréquemment:

1) *Le groupe de travail européen "Aide multicritère à la Décision"* qui se réunit deux fois par année depuis 1975 (il se réunissait à Québec, à l'Université Laval, en septembre 1998). Pour avoir une bonne idée sur les activités de ce groupe, vous pouvez consulter (Roy and Vanderpooten, 1996);

2) *The International Society on MCDM* qui publie le bulletin MCDM-Worldscan et qui organise périodiquement un congrès depuis le début des années 1980.

3) *ESIGMA: European Special Interest Group on Multicriteria Analysis* qui se réunit une fois par an à l'occasion des congrès européens de RO. Pour avoir une idée sur les activités de ce groupe, vous pouvez consulter Bana e Costa, Stewart and Vansnick (1997).

Ajoutons à cela plusieurs organisations nationales ou internationales (ex. The International Conference on Multi-objective Programming and Goal Programming, dont la troisième édition s'est tenue à Québec en juin 1998), rencontres sur des sujets spécifiques tels que l'AHP et la tenue d'une École Internationale d'été en aide multicritère à la décision à tous les trois ans dont la 4^e édition a été organisée à Québec du 18 au 31 août 1991.

Depuis 1992, il y a un journal (Journal of Multi-Criteria Decision Analysis) qui est dédié à la publication de travaux en aide multicritère à la décision. MCDA a un assez grand passé, espérons que nous pourrons faire en sorte qu'elle ait encore un plus grand futur.

Bibliographie / Bibliography

1. Bana e Costa, C.A. (1996), "Les problématiques de l'aide à la décision: vers l'enrichissement de la triologie choix-tri-rangement", *Recherche opérationnelle / Operations Research*, Vol. 30, 2, 191-216.
2. Bana e Costa, C.A., Stewart, T.J. and Vansnick, J.C. (1997), "Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the ESIGMA Meetings", *E.J.O.R.*, Vol. 99, 28-37.
3. Banville, C., Boulaire, C., Landry, M. and Martel, J.-M. (1997), "A Stakeholders Approach to Multiple Criteria Decision Aid", *Systems Research Behavioral Sciences*, Vol. 14, 15-32.
4. Bouyssou, D. (1990), "Building criteria: a prerequisite for MCDA", in Bana e Costa (ed.), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, Springer-Verlay, Berlin, 58-80.
5. Bouyssou, D. (1993), "Décision Multicritère ou aide multicritère?", *Newsletter of the European Working Group "Multicriteria Aid for Decisions"*, Series 2, 2, Spring, 1-2.
6. Bouyssou, D., Perny, P., Pirlot, M., Tsoukias, A. and Vincke, Ph. (1993), "A Manifesto for the New MCDA Era", *J.M.C.D.A.*, Vol. 2, 3, 125-127.

7. Chen, S.J. and Hwang, C.L. (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin.
8. Evans, G. (1984), "An overview of techniques for solving multiobjective mathematical programs", *Management Sciences*, Vol. 30, 11, 1268-1282.
9. Gardiner, L.R. and Steuer, R.E. (1994), "Unified interactive multiple objective programming: an open architecture for accomodating new procedures", *J.O.R.S.*, Vol. 45, 12, 1456-1466.
10. Keeney, R.L. and Raiffa, H. (1976), *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*, Wiley and Sons, New York.
11. Kenney, R.L. (1992), *Valued-Focused Thinking: A Path to Creative Decision*, Harvard University Press.
12. Korhonen, P. (1997), "Some Thoughts on Future of MCDM and our 'Schools'", *Newsletter of the European Working Group "Multicriteria Aid for decisions"*, Series 2, No.10, Spring, 1-2.
13. Landry, M. (1998), "L'aide à la décision comme support à la construction du sens dans l'organisation", *Systèmes d'information et management*, Vol. 3, 1, 5-39.
14. Martel, J.M. (1998), "Multicriterion Analysis Under Uncertainty: The approach of Outranking Synthesis", *Working Paper, 1998-039*, Faculté des Sciences de l'Administration, Université Laval.
15. Munda, G. (1995), *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment*, Springer-Verlag.
16. Pirlot, M. (1994), "Why Trying to Characterize the Procedures Used in Multi-Criteria Decision Aid", *Cahiers du C.E.R.O.*, 36, 283-292.
17. Roy, B. (1985), *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, Economica, Paris, or *Multicriteria methodology for decision aiding*, Kluwer, Dordrecht, 1996.
18. Roy, B. (1988), "Des critères multiples en recherche opérationnelle: pourquoi?", in Rand (ed.), *Operational Research '87*, North-Holland, Amsterdam, 829-842.
19. Roy, B. (1989), "Main Sources of Inaccurate Determination, Uncertainty and Imprecision in Decision Models", *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 12, 10/11, 1245-1254.
20. Roy, B. (1992), "Science de la décision ou Science de l'aide à la décision?", *Revue Internationale de Systémique*, Vol. 6, 5, 497-529 or "Decision science or Decision-aid science?", *E.J.O.R.*, Vol. 66, 2, April 1993, 184-203.
21. Roy, B. and Bouyssou, D. (1993), *Aide multicritère à la décision: Méthodes et cas*, Economica, Paris.
22. Roy, B. and Vanderpooten, D. (1996), "The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works", *J.M.C.D.A.*, Vol. 5, 1, 22-38.
23. Saaty, T. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York.
24. Slowinski, R. and Teghern, J. (eds) (1990), *Stochastic versus Fuzzy approaches to multiobjective mathematical programming under uncertainty*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
25. Steuer, R.E., Gardiner, L.R. and Gray, J. (1996), "A Bibliographical Survey of the activities and International Nature of Multiple Criteria Decision Making", *J. M.C.D.A.*, Vol. 5, 3, 195-217.
26. Vansnick, J.C. (1990), "Measurement theory and decision aid", in Bana e Costa (ed.), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, Springer-Verlog, Berlin, 81-100.
27. Vansnick, J.C., (1995), "L'aide multicritère à la décision: une activité profondément ancrée dans son temps", *Newsletter of the European Working Group "Multicriteria Aid for decisions"*, Series 2,6, Spring, 1-2.
28. Vincke, Ph. (1992), *Multicriteria decision aid*, Wiley and Sons, New York.