

JEAN-LOUIS GIORDANO

JEAN-CLAUDE SUQUET

**Une procédure multicritère interactive adaptée
à la saisie de données non quantifiables**

RAIRO. Recherche opérationnelle, tome 12, n° 2 (1978),
p. 181-205

http://www.numdam.org/item?id=RO_1978__12_2_181_0

© AFCET, 1978, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « RAIRO. Recherche opérationnelle » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

UNE PROCÉDURE MULTICRITÈRE INTERACTIVE ADAPTÉE A LA SAISIE DE DONNÉES NON QUANTIFIABLES (*)

par Jean-Louis GIORDANO et Jean-Claude SUQUET ⁽¹⁾

Résumé. — L'objet de cette étude est de présenter une application, à un cas concret d'une méthode multicritère interactive : l'organisation dans un contexte socio-technique d'un atelier de production grande série.

La procédure prend en compte divers critères humains et économiques. Elle est interactive. Les préférences du décideur ne sont pas recherchées au moyen de questions abstraites, mais approchées par le biais d'actions « connues », nécessaires aussi pour construire les diverses actions d'organisation.

Les interactions successives avec le décideur conduiront à déterminer une action « compromis », en accord avec ses préférences, ce qui constitue « l'optimisation » conjointe du système socio-technique.

INTRODUCTION

Bon nombre de méthodes d'aide à la décision ont tout d'abord été élaborées de manière théorique puis appliquées à des problèmes concrets. Les approximations faites et le manque d'adéquation des hypothèses aux faits réels montrent que de telles procédures ne peuvent être développées indépendamment des cas concrets auxquels elles sont appliquées. En effet l'étude des systèmes complexes ainsi que de leurs caractéristiques principales permet d'orienter la procédure à choisir, de se limiter dans les hypothèses et, par là même, de la rendre plus opérationnelle. Vouloir, par exemple, organiser un atelier de production « grande série » nécessite de prendre en compte, pour des raisons économiques et sociales, des types d'organisation très divers et de nombreuses variables. La prise de décision concernant l'organisation d'atelier devient de ce fait beaucoup plus complexe car il ne s'agit plus d'optimiser le système technique seul mais un système caractérisé par une dimension technique et une dimension sociale en perpétuelle interaction, d'où la notion de système socio-technique que lui appliquent les chercheurs de l'Institut Tavistock [4].

Cette étude présente, dans cette optique, une procédure d'aide à la décision multicritère interactive, procédure du type « Point de Mire » [16], adaptée au choix, dans un contexte socio-technique, de l'organisation d'un atelier de montage de « grande série ».

Après avoir analysé les caractéristiques générales du problème à partir d'un cas concret, nous étudierons le recueil des informations puis leur trai-

(*) Reçu janvier 1977, révisé mai 1977.

(1) Lamsade, Paris-IX Dauphine.

tement. Les deux dernières sections exposeront l'identification des actions et la recherche interactive d'un compromis.

1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'APPROCHE

1.1. Le problème

Le mode de production actuel de l'atelier que la Direction désire restructurer est la chaîne de montage classique. Des grèves ont attiré l'attention sur la situation des O.S. et sur le fait important que leurs conditions de travail seraient de moins en moins bien acceptées. Ce rejet se manifeste notamment par des indicateurs tels que l'absentéisme, la rotation du personnel, le taux de rebuts, dont les évaluations défavorables viennent mettre en doute la prétendue relation entre efficience économique de l'entreprise et organisation traditionnelle du travail. Il apparaît en fait de manière de plus en plus précise que des variables telles que contenu du travail et satisfaction des motivations des ouvriers sont parmi les facteurs qui influent sur ces indicateurs socio-économiques.

Une organisation d'atelier paraît donc devoir être étudiée en tant que système socio-technique donc dans une optique multicritère. La complexité du problème oblige à adopter une procédure souple et interactive.

Pour aider de manière scientifique à la décision, il est nécessaire de pouvoir analyser chaque type d'organisation, que nous appellerons « action possible », a , au travers de toutes ses conséquences, évaluées à l'aide d'une famille de n critères $(\gamma_1, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_n)$ ⁽²⁾ représentant les divers aspects du système socio-technique.

Une difficulté provient de la complexité même des actions constituées d'un grand nombre de variables changeantes, plus ou moins formalisées et floues. De ce fait, la recherche de « bonnes » actions fait partie de l'aide à la décision.

Si le décideur ressent la nécessité de changer d'organisation d'atelier, il lui sera difficile, en général, de définir initialement toutes ses préférences. Celles-ci peuvent en outre évoluer avec l'avancement du projet. Il faudra donc employer une méthode interactive, où les « bonnes » actions seront générées en même temps que seront précisées les préférences du décideur. Autrement dit, l'ensemble A des actions possibles est un ensemble ouvert dans lequel des actions restent à inventer.

1.2. Critères

De par les multiples aspects du problème, souvent antagonistes, nous ne pourrions pas parler d'optimum mais de compromis, que l'on définit classiquement comme la meilleure action, compte tenu de l'information disponible.

(2) On notera pour E l'espace des évaluations $\gamma_1 \times \gamma_2 \times \dots \times \gamma_n$.

Outre les critères économiques, il sera nécessaire de prendre en compte des facteurs humains. Comment trouver alors une unité commune permettant de comparer des aspects aussi différents ? Il est donc très important de remarquer que les critères sont hétérogènes et non agrégeables, ce qui interdit toute opération algébrique sur des composantes de critères différents.

Les critères retenus, présentés dans l'annexe 1, doivent vérifier un certain nombre de propriétés pour que nous soyons sûr qu'ils permettent effectivement d'analyser les préférences globales du décideur ⁽³⁾. Ils peuvent être considérés pour la plupart comme des pseudo-critères ⁽⁴⁾.

1.3. Actions réalisables

Une action, pour être réalisable, doit tout d'abord pouvoir assurer les fonctions principales de l'atelier (production respectée, par exemple) et ensuite vérifier les diverses contraintes que nous pourrions classer en contraintes s'exerçant sur l'action elle-même et contraintes sur les évaluations. Mais de plus, nous avons constaté que les divers critères étaient antagonistes dans certaines conditions : il ne sera pas possible d'améliorer de manière importante les aspects sociaux sans diminuer au moins un critère économique. Ces relations implicites définissent, dans l'espace des évaluations, une frontière dite « d'existence », constituée, par définition, d'actions efficaces, et dans laquelle il faudra rechercher l'action « compromis ». Cette frontière constitue un sous-ensemble flou d'actions à cause d'une part de la complexité des actions et d'autre part de la propriété des pseudo-critères.

1.4. Dialogue

En présence de critères multiples, la définition de « bonnes » actions n'aura pas de sens sans référence à un ensemble de règles établies par avance et représentant une sorte de « cahier des charges » des préférences et objectifs du décideur.

Il est donc fondamental de définir le décideur mais d'autant plus difficile que nous avons souvent affaire à un ensemble de personnes formant un décideur plus ou moins mythique. Dans le cas étudié, celui-ci a été défini comme l'ensemble des responsables rencontrés.

Une difficulté de principe est liée à l'interaction : c'est le problème de communication avec le décideur. La procédure choisie doit donc être adaptée aux possibilités concrètes d'obtention de l'information, car celle-ci n'est pas directement assimilable par un modèle mathématique.

(3) Voir B. ROY, *op. cit.* ([16, 8]); GIORDANO-SUQUET, Thèse (1^{re} et 2^e partie) : *P* indépendance et famille cohérente de critères.

(4) Zones d'imprécision et de non discrimination sur les évaluations.

2. INFORMATION DISPONIBLE

2.1. Interaction avec le décideur

La complexité du problème posé, du fait de ses multiples composantes, implique obligatoirement dans les préférences du décideur un certain flou qu'il va falloir tenter de résorber. Dans cette perspective, on comprendra aisément la nécessité de s'éloigner de toute abstraction pour se fonder sur des considérations concrètes en développant par exemple un éventail aussi large que possible des types d'organisation envisageables ceci afin de provoquer chez le décideur des réactions qu'il n'aurait peut-être pas exprimées autrement.

Il n'a jamais été envisageable de pouvoir demander des taux de substitution entre critères ou un ensemble d'évaluations traduisant sur chacun d'eux des pertes équivalentes. L'information devait être comprise par tous les participants.

Il serait également erroné de supposer que l'importance conférée à chaque critère par le décideur est constante quelle que soit son évaluation.

La plupart des souhaits émis par le décideur au sujet de la réorganisation envisagée étaient exprimés localement, par référence à des actions concrètes, appelées « actions connues » : cette nécessité d'un support concret à l'interaction est en fait apparue comme à peu près impérative.

2.2. Actions connues

Une « action connue », a^c , sera par définition une action réalisable ayant été appliquée ou susceptible de l'être, et bien connue du décideur. De telles actions permettent d'avoir une connaissance locale de l'ensemble évolutif A des actions. Elles pourront servir d'actions de base pour générer de nouvelles actions à juger.

Cinq actions connues ont pu être utilisées dans l'exemple de l'organisation d'un atelier « grande série » :

- a^{c1} , chaîne classique (temps de cycle inférieur à 1 mn);
- a^{c2} , chaîne classique avec stock tampon (temps de cycle supérieur à 1 mn);
- a^{c3} , assemblage par petits groupes (stocks tampon);
- a^{c4} , montage individuel (stocks);
- a^{c5} , groupes semi-autonomes (stocks).

Elles ont toutes été évaluées au travers des critères γ_i et proposées au décideur lors de l'interaction. Les appréciations portées par le décideur sur ces actions connues ont permis d'approcher ses préférences de deux façons principales :

— on peut noter que le critère le plus important ⁽⁵⁾ pour ce qui est des conditions de travail est l'autonomie du travailleur, tandis que le critère économique principal est le prix de revient. Si le décideur donne plus d'importance au critère humain lorsque les critères économiques sont bons (actions n° 1 ou 2 par exemple), cette importance relative s'inverse pour des évaluations « économiques » plus mauvaises (action n° 5). Si nous représentons l'importance d'un critère γ_i par son poids p_i , de telles préférences pourront être traduites par des rapports de poids. Ces ratios changeront de valeur avec les évaluations auxquelles ils se rapportent (actions connues). On constate qu'il existe des seuils, appelés γ_i^* , délimitant, dans l'espace des évaluations, des zones dans lesquelles les pondérations des critères seront considérées comme constantes;

— la comparaison, par le décideur, de deux profils, d'actions connues constitue une source supplémentaire d'information sur ses préférences. Il est intéressant de noter que les actions connues n° 2, 3 et 5 ont été préférées à l'action n° 4. Ceci constitue une relation binaire P^c représentée par le graphe A^c de comparaison des actions connues (*fig. 3*, § 3.2).

2.3. Lignes générales de la méthodologie

Utilisant une procédure interactive du type du « Point de Mire » [16], nous retrouverons les trois mécanismes caractéristiques : recherche, réinitialisation, réaction.

Cependant, l'ensemble A des actions possibles ne peut être défini ni en extension ni en compréhension. Comme nous l'avons vu, ceci résulte de la complexité d'un système socio-technique comportant de nombreux facteurs et permettant d'envisager un grand nombre d'actions possibles ⁽⁶⁾. Il serait donc gigantesque, et d'ailleurs inutile, de vouloir énumérer toutes les actions. Cette caractéristique du problème va à l'encontre des méthodes usuelles de recherche opérationnelle où l'ensemble des actions possibles est supposé parfaitement identifié.

La méthodologie de recherche de l'action la meilleure, au sens des préférences du décideur, va donc consister à cheminer sur l'espace $\gamma(A)$ des évaluations, à se munir de tests pour savoir si une solution est réalisable (fonctionnement, contraintes, ...) et à s'appuyer sur les actions connues pour trouver dans la frontière d'existence une action la moins « éloignée » possible du « Point de Mire » γ^* (rappelons que ses composantes sont les évaluations maxima des différents critères).

⁽⁵⁾ Pour le décideur.

⁽⁶⁾ Un exemple de formalisation des actions est donné en annexe 2. Pour plus de détails, voir [8].

Il est donc nécessaire de définir une notion de proximité de deux manières différentes, selon les informations collectées (fig. 1) :

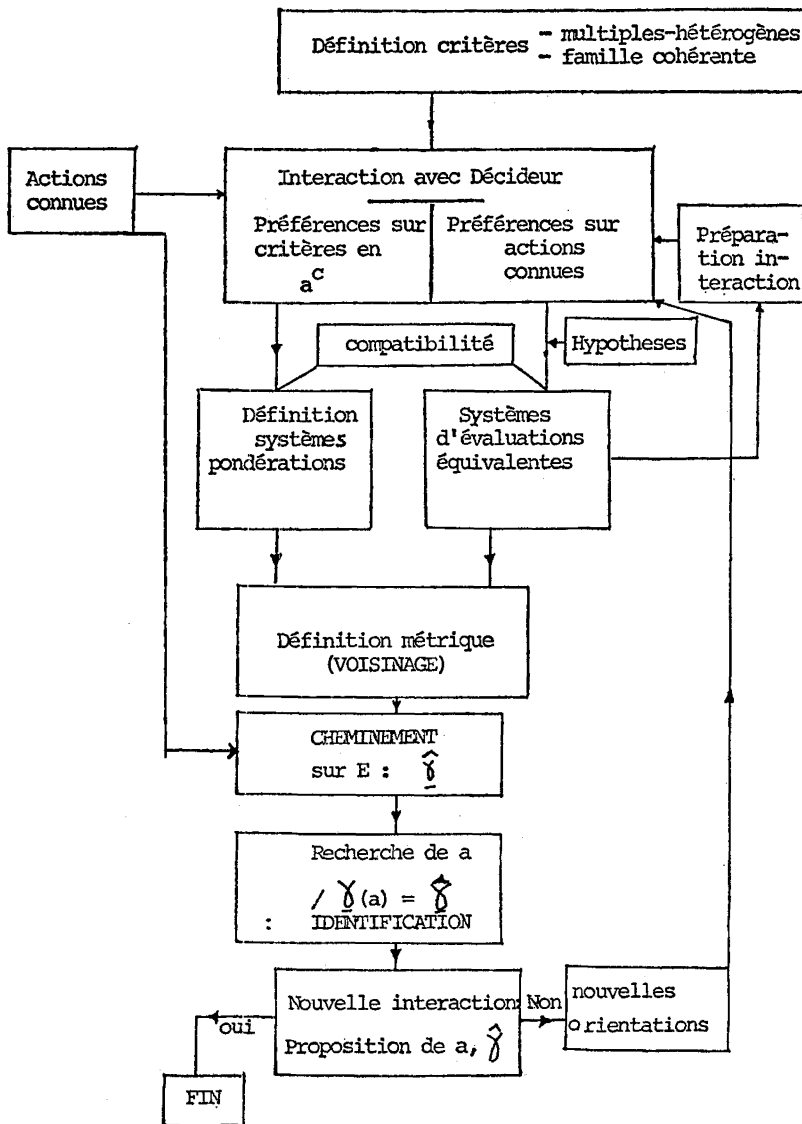


Fig. 1. — Lignes générales de la méthodologie

— en élaborant des systèmes de pondération traduisant les importances relatives entre critères;

— en jugeant les pertes sur chaque critère à partir de la comparaison d'actions connues afin de constituer des systèmes de vecteurs évaluations dont les composantes pourront être considérées comme équivalentes par le décideur.

Les « bonnes » actions obtenues seront présentées lors de l'interaction suivante afin de recueillir de nouvelles informations. Lorsque l'amélioration n'est plus nécessaire ou lorsqu'elle devient impossible, nous dirons que nous sommes parvenus à un compromis.

Les principales caractéristiques de cette procédure résident dans le fait qu'elle est multicritère, interactive et pragmatique.

3. TRAITEMENT DE L'INFORMATION

On constatera que l'homme d'étude, ne pouvant pas obtenir toute l'information nécessaire sur l'expression des préférences au sein de l'espace E des évaluations, va devoir effectuer des hypothèses pour extrapoler la connaissance locale qu'il possède de certaines régions de E où se situent les actions connues. Ces hypothèses seront cependant vérifiées au cours de la phase suivante d'interaction durant laquelle le décideur devra exprimer et expliquer son opinion sur les solutions proposées.

3.1. Systèmes de pondération

Il s'agit d'exploiter l'information contenue dans les relations d'importance que le décideur a exprimées entre les critères. Nous avons constaté que ces relations n'étaient valables que pour certains intervalles des évaluations. C'est ainsi qu'il est clairement apparu au cours de la phase interactive concernant la chaîne de culasses que si les responsables de la décision accordaient dans la région du point de mire plus d'importance aux critères humains qu'à ceux représentant les dimensions économiques du problème posé, il existait un seuil à partir duquel une priorité absolue était accordée aux dimensions économiques de la décision. Nous avons pu noter également que le facteur le plus important du point de vue des conditions de travail était l'autonomie des ouvriers dans leur travail et que le prix de revient était le critère économique prépondérant.

Ces comparaisons entre critères peuvent théoriquement s'exprimer de plusieurs manières : taux de substitution, vecteur de pertes équivalentes, préordre, relations binaires. Les deux premières possibilités permettent d'obtenir un ordre complet sur les critères. Les relations binaires sont par contre beaucoup moins riches en enseignement mais sont beaucoup plus réalistes pour la formalisation des informations pouvant résulter des interactions avec le décideur.

Ces relations peuvent être traduites par un graphe $P[X, R]$ pour lequel X représente l'ensemble des critères ⁽⁷⁾ et R exprime une relation d'importance telle qu'il existe un arc de i vers j si le critère i est plus important que le critère j .

Les conditions d'existence des relations d'importance entre critères font apparaître des seuils qui séparent l'espace E des évaluations en un certain nombre de régions à l'intérieur desquelles les rapports d'importance entre critères sont supposés stables.

Les interactions permettent d'élaborer le graphe représentatif de chacune des régions où se situe l'une des actions connues. Nous allons déduire de la connaissance de ces graphes des systèmes de pondération correspondant aux relations d'importance entre les critères exprimés par le décideur pour chacune de ces régions.

Si nous appelons p_i la pondération affectée au critère γ_i et p_j celle de γ_j , nous pouvons exprimer l'importance plus grande accordée par le décideur au critère γ_j par la relation

$$\frac{p_i}{p_j} \geq b_{ij} \quad \text{avec} \quad b_{ij} \geq 1,$$

où les b_{ij} sont des données représentant les rapports d'importance.

La recherche des systèmes de pondérations revient en fait à déterminer sur le graphe $P[X, R]$ correspondant à chaque action connue les ensembles de potentiels tels que

$$\left\{ \begin{array}{l} (\gamma_i, \gamma_j) \in P^*[X, R] \quad (P^* = P \text{ dont les arcs sont inversés}), \\ \log p_j - \log p_i \geq a_{ji}, \quad a_{ji} = \log b_{ij}, \\ \sum_{i=1}^9 p_i = 1 \\ \text{(les poids sont déterminés à un coefficient près).} \end{array} \right.$$

Le graphe $P[X, R]$ est conjonctif et peut être supposé sans circuit. Il existe donc toujours des ensembles de potentiels. Nous remarquerons cependant que, sans autre précision que les relations ci-dessus, nous obtiendrons un grand nombre d'ensembles de potentiels traduisant le flou, l'imprécision avec lesquels le décideur a déterminé sa politique. Il faudra donc faire des hypothèses sur son comportement.

Nous avons notamment, dans l'étude de la chaîne de culasses, utilisé l'information contenue dans les relations de préférence exprimées par le décideur sur les actions connues. Nous avons supposé, dans l'esprit de la

(7) Nous appellerons X_i $i = 1, \dots, n$ les critères dont les évaluations sont γ_i .

méthode Electre, que les pondérations associées aux critères par le décideur au moment de ces choix étaient telles que, si l'on appelle p_i^+ les pondérations des critères pour lesquels l'écart d'évaluation entre les actions a_i et a_j est positif, on ait

$$\frac{\sum p_i^+}{\sum p_i} \geq C,$$

C étant un indicateur de concordance qu'il sera possible de faire varier en fonction de l'intensité de la préférence exprimée. Nous supposons que les pondérations associées aux critères dans cette relation sont celles de l'action qui a la préférence du décideur.

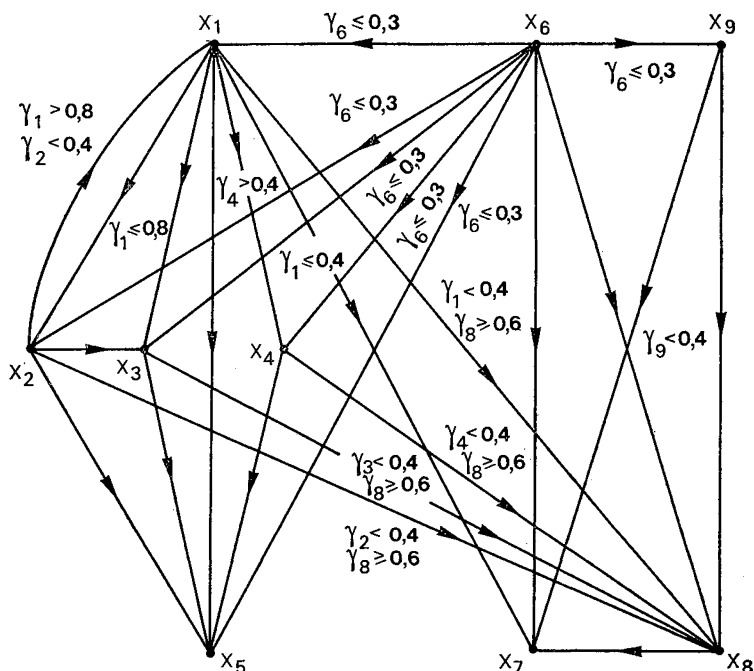


Fig. 2. — Graphe $P[X, R]$ = importances relatives entre critères

Nous pouvons ainsi trouver [8] les systèmes de poids pour chaque action connue ainsi que les critères les plus importants (appartenant au noyau de $P[X, R]$).

L'extrapolation des pondérations à chaque point de $\gamma(A)$ peut être faite classiquement à l'aide de méthodes d'interpolation, après avoir déterminé les zones où les pondérations sont constantes.

3.2. Approche complémentaire des préférences du décideur : vecteurs d'accroissements équivalents

Nous allons compléter dans cette section la définition des préférences du décideur en extrapolant des préférences locales exprimées sur des actions

connues pour pouvoir déduire des règles permettant de comparer, en partie du moins, des évaluations sur des critères différents.

3.2.1. Préférences sur actions connues

Les critères sont multiples et hétérogènes et il n'y a pas de loi pouvant comparer leurs évaluations *a priori* sans référence à un décideur : les hypothèses souvent faites (espace vectoriel euclidien pour E par exemple) se trouvent être trop riches en pratique dans ce problème.

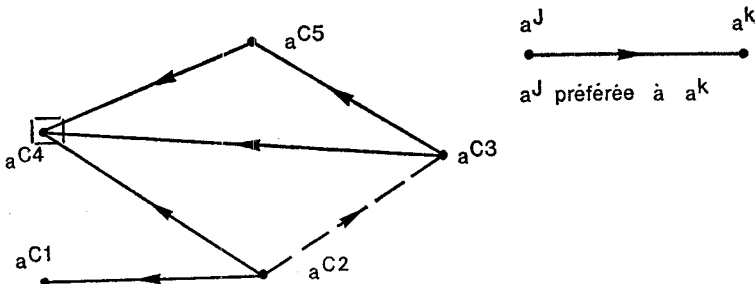


Fig. 3. — Comparaison d'actions connues = graphe A_c

Les actions connues servent de support concret aux interactions avec le décideur. Celui-ci va comparer quelques actions deux à deux. Le fait que le décideur se prononce sur la comparaison de deux profils d'actions connues (soit schématiquement $a^{C1} P^c a^{C2}$ marquant une préférence pour a^{C1}) fournit des informations sur ses préférences localement au voisinage de ces actions.

La relation binaire connue P^c permet de construire un graphe A de préférences sur actions connues (fig. 3).

3.2.2. Lois de composition réalistes

Il est nécessaire tout d'abord de faire différentes hypothèses.

- Le décideur compare deux actions a^1 et a^r , soit $a^1 P a^r$, au vu de leurs conséquences, représentées par leurs valuations $\gamma(a)$, et des pondérations p^i , affectées aux critères pour chacune des actions. Nous représenterons aussi un tel jugement par la relation binaire P telle que

$$(\gamma^1, p^1) P (\gamma^r, p^r)$$

donne la préférence pour a^1 .

- Pour pouvoir exploiter cette expression, nous serons amenés à choisir une action dite de référence a^r , bien connue et par rapport à laquelle nous jugerons une autre action a^1 en formant les différences d'évaluations critère par critère.

Les pondérations pouvant varier d'un point à un autre, nous définirons une pondération intermédiaire p^{1r} , par analogie avec le cas où il existe une fonction de valeur concave représentant les préférences du décideur, en posant

$$p_i^{1r} = p_i^r + \theta_i(p_i^1 - p_i^r), \quad \theta_i \text{ étant fonction de } \Delta\gamma_i.$$

Nous supposons donc que les expressions

$$(\gamma^1, p^1) P(\gamma^r, p^r) \quad \text{et} \quad (\Delta\gamma^{1r}, p^{1r}) PO \quad (8) \quad (\Delta\gamma^{1r} = \gamma^1 - \gamma^r)$$

sont équivalentes et marquent une préférence pour l'action a^1 . Partant de comparaisons entre actions connues, nous transformons ces données à l'aide de deux lois de composition interne (addition $\Delta\gamma^{1r} + \Delta\gamma^{2r}$) et externe (multiplication par un scalaire, $\lambda\Delta\gamma^{1r}$) afin d'extrapoler des préférences connues en des points non connus. Les propriétés de telles lois doivent être réalistes c'est-à-dire que le résultat de l'opération doit correspondre à une action concevable.

• Nous nous intéresserons en particulier aux opérations qui conservent les préférences en ce sens qu'un point γ^r étant fixé, toute action déduite, au moyen de ces opérations, d'actions connues préférées à γ^r sera aussi une action préférée à γ^r . Pour cela, nous supposons que l'ensemble E_r des actions dominant une action donnée a^r quelconque est un ensemble convexe ⁽⁹⁾.

Cette hypothèse paraît raisonnable pour un décideur supposé logique. Il faut cependant vérifier si elle est en accord avec les préférences exprimées.

Partant de lois de compositions réalistes, nous définirons ensuite une opération « mélange », pour un point de référence donné a^r , qui fasse correspondre à tout groupe de points dominant a^r un point « intérieur » à ce domaine. Si E_r^c est l'ensemble des actions connues dominant a^r , tout point de E_r^c pourra être défini comme le barycentre des points connus :

$$\begin{cases} \Delta\gamma^{jr} = \sum \lambda_k \cdot \Delta\gamma^{ck-r}, \\ \sum \lambda_k \leq 1, \quad \lambda_k \geq 0 \quad (\text{scalaires}). \end{cases}$$

L'opération « mélange » ainsi définie est une opération qui conserve les préférences du décideur car, par hypothèse, E_r^c est convexe.

Les pondérations peuvent varier d'une action à une autre, ce qui nous oblige à définir, en même temps que l'opération mélange, des opérations conjointes sur les pondérations. Par analogie avec le cas où il existerait une fonction de valeur « concave », nous poserons ⁽¹⁰⁾ :

$$\bullet \quad (\Delta\gamma^{c,jr}, p^{jr}) PO \Rightarrow (\lambda \Delta\gamma^{c,jr}, p^{jr}) PO,$$

⁽⁸⁾ Le symbolisme $(\Delta\gamma^{1r}, p^{1r}) PO$ signifie que l'action a^1 est préférée à a^2 , compte tenu des évaluations γ^1, γ^r et des poids p^1, p^r .

⁽⁹⁾ $\forall \gamma^j \text{ et } \gamma^k \in E_r \Rightarrow \forall \lambda \in [0,1], \lambda\Delta\gamma^{jr} + (1-\lambda)\Delta\gamma^{kr} \in E_r$.

La définition de la convexité est subordonnée à celle des lois interne et externe.

⁽¹⁰⁾ Cf. [8].

avec

$$\mathbf{p}^{\lambda r} = \lambda \mathbf{p}^{jr} + (1 - \lambda) \mathbf{p}^r \quad (\lambda \text{ scalaire}),$$

$$\bullet \quad (\Delta \gamma^{c,1r}, \mathbf{p}^{1r}) PO$$

et

$$(\Delta \gamma^{c,2r}, \mathbf{p}^{2r}) PO \Rightarrow (\Delta \gamma^{c,1r} + \Delta \gamma^{c,2r}, \mathbf{p}^{1r} + \mathbf{p}^{2r}) PO.$$

Les diverses définitions de poids intermédiaires constituent des hypothèses supplémentaires sur le comportement du décideur. Elles ne sont pas contradictoires entre elles et sont cohérentes avec la propriété de convexité.

3.2.3. Vecteurs d'accroissements équivalents

Le but poursuivi est de pouvoir comparer des évaluations sur des critères différents, selon les préférences du décideur. Pour cela nous essaierons, à partir des vecteurs d'accroissement $\Delta \gamma^{cjr}$ connus exprimant une préférence pour γ^j vis-à-vis de γ^r , de déduire des vecteurs à deux composantes non nulles, dont nous pourrions dire que celles-ci sont « à peu près » équivalentes pour le décideur, ou du moins que l'une est plus importante que l'autre. Nous utiliserons pour cela l'opération Mélange définie précédemment : partant de profils $\Delta \gamma^{jrc}$ marquant une préférence, tous les profils obtenus exprimeront aussi une préférence, puisque l'opération Mélange conserve les préférences du décideur, et il existera une action réaliste γ^j , préférée à l'action γ^r , dont le vecteur d'accroissement entre γ^r et γ^j est à deux composantes non nulles (moyennant des conditions que nous verrons plus loin).

Ces vecteurs à deux composantes non nulles δ apporteront les renseignements obtenus dans d'autres méthodes par les taux de substitution, ou par les vecteurs dont les composantes représentent des pertes équivalentes (pour le décideur) dans la méthode du point de mire classique.

Partant du tableau des évaluations des actions connues et du graphe A_c , nous en déduisons un tableau des $[\Delta \gamma]$ où nous avons effectué critère par critère les différences d'évaluations entre toutes les actions connues prises deux à deux (tableau $[\Delta \gamma]$ de comparaison d'actions connues). Sur ce tableau, nous portons les appréciations du décideur sur les comparaisons d'actions connues obtenues lors de l'interaction du chapitre 2 (Dominance +, Dominé -, Equivalents \sim , actions non comparées). Tous les couples d'actions ne sont pas jugés et le graphe de préférence entre actions, A_c , n'est pas complet. Nous ne considérerons, dans la matrice $[\Delta \gamma_i^{cj}]$, que les couples d'actions jugés, et les différences d'évaluations en colonnes, $\Delta \gamma$, seront toujours obtenues par différence entre l'action dominante et l'action dominée : ce sont des profils $\Delta \gamma$ exprimant une préférence connue.

Recherchons, s'ils existent, des vecteurs δ à deux composantes non nulles. Puisque ces vecteurs expriment une préférence, la composante positive du

vecteur est préférée à la composante négative. Il y a donc intérêt à rechercher ces vecteurs tels que la composante positive soit la plus petite possible pour une composante négative constante, et inversement.

Il s'agira de résoudre des programmes $\text{Pr}(i, 1, \lambda)$ exprimés de manière suivante :

$$\text{Pr}(i, 1, \lambda) \quad (11) \quad \left\{ \begin{array}{l} \delta_i > 0, \quad \text{Min } \delta_i \quad (\text{resp. } \delta_i \leq 0, \text{ Max } |\delta_i|), \\ \delta_i = \sum \Delta \gamma_i^{cjr} \cdot \lambda_j, \\ \text{avec} \\ \delta_k = \sum \Delta \gamma_i^{cjr} \cdot \lambda_j = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} k \neq i, \\ k \neq 1, \end{array} \right. \\ \delta_1 \leq 0 \text{ donné} \quad (\text{resp. } \delta_1 > 0) \text{ donné}, \\ \delta_1 = \sum \Delta \gamma_1^{cjr} \cdot \lambda_j = \text{Cte}, \\ \forall_j = 1, \dots, m; \quad \lambda_j \geq 0 \quad \text{et} \quad \sum_{j=1}^m \lambda_j \leq 1. \end{array} \right.$$

Pour chaque programme, nous recherchons donc un vecteur λ , de composantes $\lambda_j, j = 1, \dots, m$, tel que

$$\delta = [\gamma_i^{cjr}] \cdot [\lambda_j].$$

Toutes les opérations sont effectuées critère par critère et donc Max et Min ont une signification, chaque échelle étant ordonnée. Mais le mélange de ces diverses équations n'en aurait aucune, car on composerait des critères différents, donc par exemple des francs avec un temps d'autonomie. Les programmes $\text{Pr}(i, 1, \lambda)$ ont cependant un sens et leurs solutions peuvent être bien identifiées ⁽¹²⁾.

Dans quelles conditions peut-il exister des solutions. Tout d'abord il est évident que l'on ne pourra pas annuler des composantes sur un critère si elles sont toutes positives, tous les λ_i étant positifs ou nuls. Il en est de même de la composante négative de δ . Il faut donc que chaque ligne de $(\Delta \gamma_i^{cjr})$ comporte à la fois des signes plus et moins.

D'autre part, pour des questions de quantité d'information, nous n'avons aucun intérêt à choisir deux actions connues dont l'une domine totalement l'autre sur tous les critères. Il y aura donc la présence des deux signes sur chaque colonne de la matrice.

Une condition nécessaire d'existence des solutions des programmes $\text{Pr}(i, 1, \lambda)$ est donc que la matrice $(\Delta \gamma_i^{cjr})$ comporte dans chaque ligne et chaque colonne la présence des deux signes (+ et -).

C'est une propriété qu'il faut obtenir lors de l'interaction avec le décideur.

⁽¹¹⁾ n , nombre de critères; m , nombre d'actions connues $a^{c,j}$ comparées à a^* .

⁽¹²⁾ Voir [8], p. 268.

Nous disposons donc d'un ensemble de vecteurs à deux composantes non nulles δi et $\delta 1$, $\delta(i, 1)$, ainsi que des paramètres solutions des programmes, $\lambda(i, 1)$ (dont les m composantes ne sont pas nulles en général). Ceci nous permettra de conclure que ⁽¹³⁾ :

$$\delta'_i P |\delta'_1| \quad \text{si } \delta_i > 0,$$

et

$$\delta''_1 P |\delta''_i| \quad \text{si } \delta''_1 > 0,$$

$$i, 1 = 1, \dots, n.$$

Ceci nous donnera un ensemble de directions qui nous permettront de comparer certaines évaluations sur des critères différents. Il sera pratique de rechercher un vecteur d' , lié à l'action de référence γ' comme tous les $\delta(i, j)$, tel que toutes ses composantes représentent, pour le décideur, des accroissements équivalents.

Pour chaque couple $i, 1$:

$$\delta'_i P |\delta'_1| \quad \text{et} \quad \delta''_1 P |\delta''_i|.$$

Nous supposons que leurs valeurs moyennes sont équivalentes :

$$\frac{\delta'_i + |\delta'_i|}{2} \sim \frac{|\delta'_1| + \delta''_1}{2} = d_i = d_1.$$

Toutes les composantes d_i et d_1 étant définies de cette façon, nous obtiendrons un vecteur d' dont toutes les composantes seront considérées comme équivalentes.

Les opérations à effectuer sur les pondérations pour obtenir celles p'_E du vecteur d'accroissements équivalents lié à γ' , sont menées conjointement et ont pour expression :

$$p'_E = \sum_{(i, 1)} (p_{\min}(i, 1) + p_{\max}(i, 1)),$$

ou

$$p_{\min}(i, 1) = \sum_{j=1}^m p^{jR} \cdot \hat{\lambda}_j + p' \sum_{j=1}^m (1 - \hat{\lambda}_j)$$

(respectivement p_{\max}) [$\hat{\lambda}_j$ sont les solutions des programmes correspondants $\text{Pr}(i, 1, \lambda)$].

3.2.4. Évolution des vecteurs d'accroissements équivalents

Nous allons voir comment déduire des vecteurs d'accroissements équivalents en d'autres points que l'action de référence γ' , et ceci à l'aide des pondérations

⁽¹³⁾ Les δ' correspondent aux solutions de $\text{Pr}(i, 1, \lambda)$ pour la minimisation et δ'' pour la maximisation.

extrapolées aux diverses régions de l'espace des évaluations. Ceci pose le problème de la compatibilité entre les poids et les vecteurs d'accroissements équivalents, qui sont deux informations obtenues par des voies différentes, problème dont nous avons commencé à parler pour rechercher les poids correspondants aux vecteurs liés au point de référence γ^r .

Si les pondérations étaient constantes quelle que soit l'action envisagée, la recherche de leur valeur serait plus aisée simplement en exploitant l'information contenue dans la comparaison des actions connues. Les variations de pondération dans l'espace des évaluations serviraient donc pour corriger les résultats obtenus en une action donnée afin de passer à une autre action. Il s'agira de détecter les seuils de variation des pondérations pour déterminer des zones de E où les pondérations sont à peu près constantes ⁽¹⁴⁾.

Ceci nous donne la possibilité de trouver les vecteurs d'accroissements équivalents en n'importe quel point dont nous connaissons les pondérations. Nous obtiendrons ainsi un cône de directions moyennant une perte d'information. Nous exprimons ceci, sous forme mathématique, par

$$(\gamma^1, d_i^1, p_{Ei}^1) \rightarrow (\gamma^2, d_i^2, p_{Ei}^2),$$

tels que

$$p_{Ei}^2 > p_{Ei}^1 \Rightarrow d_i^2 \leq d_i^1,$$

$$p_{Ei}^2 < p_{Ei}^1 \Rightarrow d_i^2 \geq d_i^1,$$

$$p_{Ei}^2 = p_{Ei}^1 \Rightarrow d_i^2 = d_i^1.$$

Nous avons supposé, dans l'application pratique, que les composantes des vecteurs d'accroissements équivalents et les pondérations correspondantes variaient en sens inverse :

$$(\gamma^1, d_i^1, p_{Ei}^1) \rightarrow (\gamma^2, d_i^2, p_{Ei}^2),$$

tel que

$$p_{Ei}^1 \cdot d_i^1 = p_{Ei}^2 \cdot d_i^2.$$

Nous constatons donc que l'information s'obtient, lors de l'interaction avec le décideur, selon deux voies différentes : pondérations et vecteurs d'accroissements équivalents.

4. IDENTIFICATION DES ACTIONS

La méthode multicritère du point de mire, définie comme une méthode interactive utilisant des préférences locales en vue de rechercher un compromis, ne peut être employée que s'il est possible de définir une notion de proximité entre deux actions, notion construite en général à partir d'une

⁽¹⁴⁾ Voir [8].

métrique dont l'existence est assurée par les deux sections précédentes.

Nous allons donc rechercher, à partir de certaines actions, d'autres actions meilleures dans le sens des préférences du décideur.

4.1. Cheminement

Les vecteurs d'accroissements équivalents d^r servent « d'étalon de mesure » pour porter un jugement sur un vecteur accroissement $\Delta\gamma^{jr}$. Pour cela, ses composantes $\Delta\gamma_i^{jr}$ sont jugées par rapport à celles du vecteur d^r compte tenu des diverses pondérations. Soit donc à comparer $(\Delta\gamma_i^{jr}, p_i^{jr})$ et $(\Delta\gamma_1^{jr}, p_1^{jr})$, sachant qu'en a^r $(d_i^r, p_{Ei}^r) \sim (d_1^r, p_{E1}^r)$ ⁽¹⁵⁾. Si les poids étaient égaux critère par critère, il suffirait de juger composante par composante. Dans le cas contraire, nous corrigerons la comparaison, sachant que poids et composante de d^r varient en sens inverse, toutes choses égales par ailleurs.

Cette relation, exprimant que pondération et composantes équivalentes ont des liens de parenté, pourrait être représentée, par analogie avec le cas où il existe une fonction de valeur, par :

$$p_{Ei} \cdot d_i = \Delta v = \text{Cte.}$$

Cela revient à comparer. ⁽¹⁶⁾ :

pour

$$\lambda d_i^r \cdot p_{Ei}^r = [\gamma_i^{jr} \cdot p_i^{jr}]$$

si

$$\gamma_i^{jr} \cdot p_i^{jr} > [\lambda d_i^r \cdot p_{Ei}^r]$$

ou

$$\gamma_i^{jr} \cdot p_i^{jr} \leq \lambda d_i^r \cdot p_{Ei}^r.$$

Nous avons fait des hypothèses sur le comportement du décideur pour pouvoir obtenir des relations précises comme ci-dessus. Mais il est possible que celui-ci ne puisse pas, ne veuille pas, ou ne sache pas ⁽¹⁷⁾ se décider pour toutes les situations en présence. Il s'agira donc, dans ces cas, d'asseoir avec certitude les choix effectués, quitte à admettre l'incomparabilité de certaines actions. Il est très possible d'ailleurs que le décideur conseille lui-même une attitude de prudence, voulant assurer sa décision par de nombreux recoupements et ne pas laisser de côté des actions intéressantes. Nous nous permettrons alors des hypothèses moins précises que celles que nous avons formulées par $p_{Ei} \cdot d_i = \text{Cte.}$ L'ennui est, bien sûr, que nous allons avoir un grand nombre d'ensembles d'orientations possibles, correspondant au flou laissé par le décideur. Nous pourrions toutefois limiter cet ensemble par des hypothèses

⁽¹⁵⁾ Composantes équivalentes pour le décideur.

⁽¹⁶⁾ Cf. [8].

⁽¹⁷⁾ Cf. [16].

suffisamment sûres et de plus en plus précises au fur et à mesure des interactions.

De l'interaction avec le décideur, nous déduisons des informations permettant de comparer des évaluations sur des critères différents selon ses préférences, ce qui permet de parler de normes ⁽¹⁸⁾. Pour déterminer les « meilleures » actions, nous allons cheminer en partant d'un point de mire γ^* et en recherchant des vecteurs évaluations correspondant à des actions réalisables et situées les plus près possible de ce point de mire, au sens de la norme choisie.

Il s'agit de rechercher une action γ réalisable ⁽¹⁹⁾, appartenant à la frontière d'existence N et telle qu'elle minimise la distance au point de mire ⁽²⁰⁾ γ^* , représentée par exemple par la plus grande perte sur les critères compte tenu de leur importance. D'où le programme C_1 :

$\hat{\gamma} \in \text{frontière d'existence } N \text{ tel que}$

$$\text{Min} \left(\text{Max}_{\text{sur } E \text{ critères}} |p_i^{*j} \cdot (\gamma_i^* - \gamma_i^j)| \right)$$

(fig. 4, cheminement).

Si l'on exprime C_1 à l'aide de vecteurs d'accroissements équivalents, nous obtiendrons le programme C_2 :

$$\begin{array}{l} \text{rechercher } \lambda \left\{ \begin{array}{l} \text{possibles (relations de fonctionnement)} \\ \text{et } \gamma^j \\ \text{réalisables (contraintes et domaine d'existence),} \end{array} \right. \\ \text{tel que} \\ \text{Programme } C_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{Min } \lambda (\lambda \geq 0), \\ \text{sous} \\ \lambda \cdot p_{Ei} \cdot d_i(\gamma^{*j}) \geq |p_i^{*j} \cdot (\gamma_i^* - \gamma_i^j)|, \\ i = 1, \dots, n, \\ \gamma^j \in N, \\ \gamma^{*j} \text{ étant un point intermédiaire entre } \gamma^* \text{ et } \gamma^j; \\ \lambda \text{ est considéré comme étant fonction de } \gamma^j. \end{array} \right. \end{array}$$

La solution d'un tel programme donnera les coefficients $\hat{\lambda}$ ainsi que le vecteur évaluation $\hat{\gamma}$ optimaux en un certain sens.

Dans notre cas, où la frontière d'existence est en général un ensemble de points efficaces (ou frontière de Pareto) car les critères y sont antagonistes, nous pouvons démontrer que le programme C_2 est simplifié.

⁽¹⁸⁾ Il est possible de définir la métrique à partir d'une P -topologie, notion plus intrinsèque, cf. [8].

⁽¹⁹⁾ Cf. [8].

⁽²⁰⁾ B. ROY, *Procédure du point de mire* [16].

Dans une région où les pondérations varient peu, autour du point r par exemple, nous pouvons démontrer ⁽²¹⁾ que le point γ^p , intersection de la frontière d'existence N et de la direction de cheminement, est l'optimum recherché $\hat{\gamma}$.

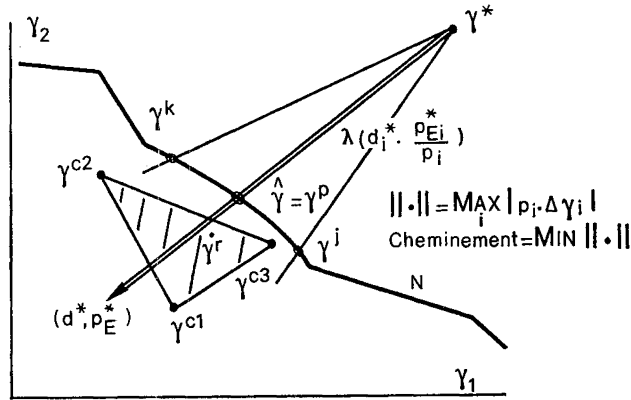


Figure 4

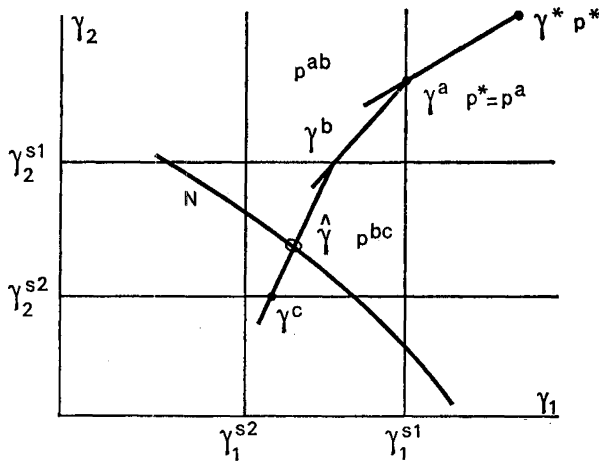


Figure 5

Le cheminement sera compliqué par le fait que les pondérations peuvent varier d'une action à une autre. Les régions où les pondérations varient peu, sont limitées par des seuils γ_i^{sk} sur les divers critères. Dans ces régions les vecteurs d'accroissements sont à peu près constants aussi.

(21) Cf. [8], p. 306.

L'énoncé du programme C_2 se simplifie et le cheminement s'effectuera de proche en proche, d'une région à une autre, jusqu'à la frontière d'existence (fig. 5).

Il s'agira donc de résoudre le programme C_3 suivant :

$$\text{Programme } C_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{recherche de } \lambda \text{ et } \gamma^j \text{ possible et réalisable tel que} \\ \text{Min } \lambda \geq 0, \\ \forall i, \quad \sup_k \gamma_i^{sk} = \gamma_i^a - \lambda^b \cdot d_i^a, \\ \text{ou} \\ \gamma^a - \lambda d^a \in N. \end{array} \right.$$

Chaque fois qu'un seuil est atteint, nous changeons de région de pondération et donc de direction pour re-cheminer dans cette région jusqu'à un nouveau seuil ou jusqu'à la frontière d'existence.

Nous cheminons ainsi depuis le point de mire γ^* en passant par les points frontière γ^a puis γ^b , γ^b correspondant à λ^b tel que $\gamma^a - \gamma^b = \lambda^b \cdot d(ab)$, et ainsi de suite jusqu'à $\hat{\gamma}$.

4.2. Évaluations « optimales »

Après avoir vérifié les contraintes, le problème est de détecter le moment où l'on pénètre dans le domaine d'existence. La difficulté réside dans le fait qu'il faut pratiquement obtenir des actions pour savoir si celles-ci sont ou non réalisables. Nous nous munirons donc de tests pour apprécier si une évaluation γ a des chances d'être sur la frontière d'existence, quitte à le vérifier en recherchant ensuite des actions.

La recherche d'évaluations « optimales » sera faite de deux manières complémentaires : par linéarisation de la frontière et par tâtonnement.

Il faut tout d'abord apprécier dans quelle région de la frontière le cheminement peut aboutir, et ensuite se donner une action connue a^0 , réalisable, la plus proche possible de cette frontière. Nous linéariserons les expressions des critères au voisinage de a^0 , soit

$$\gamma^j - \gamma^0 = D(G) \cdot \Delta s$$

[$D(G)$ symbolise une matrice de coefficients de $\Delta s = s - s^0$] ⁽²²⁾.

Remarquons que les égalités ont lieu critère par critère. L'évaluation γ recherchée se trouve aussi sur la direction de cheminement $\gamma^a - \gamma^j = \lambda^a d$ à partir du point γ^a donné (dans une zone de pondérations constantes). Il convient donc de chercher λ et Δs tels que

$$\lambda \cdot d^a + D(G) \cdot \Delta s = \gamma^a - \gamma^0.$$

⁽²²⁾ « s » symbolise les diverses variables affectées au graphe G.

Nous avons constaté que les coefficients $D(G)$ dépendent principalement d'un paramètre (le type d'organisation) que l'on fera varier pour trouver divers vecteurs « optimaux » γ .

Une méthode par tâtonnements successifs a été employée pour améliorer progressivement les solutions trouvées. Elle fait aussi partie de la recherche d'actions.

En résumé nous trouvons d'abord des évaluations optimales γ et ensuite les actions qui ont pour évaluations γ , ces évaluations constituant un objectif pour la recherche des actions.

5. RECHERCHE ITÉRATIVE D'UN COMPROMIS

La procédure interactive utilisée a pour objet de rechercher une action compromise. Elle met en jeu trois types de mécanisme : mécanisme de recherche (analyser l'information), mécanisme de réinitialisation (préparer le dialogue), mécanisme de réaction (réponse de la part des responsables). Nous avons longuement étudié le premier mécanisme et donnons ci-dessous un aperçu sur les deux autres qui sont tout aussi importants.

5.1. Mécanismes de réinitialisation et de réaction

De par la nature même du problème, dans lequel tout n'est pas déterminé *a priori* ou pris en compte, la procédure doit nécessairement être ouverte et souple, admettant le dialogue avec les responsables.

Les tableaux expliquant les « actions » connues de réorganisation de l'atelier de culasse, constituent l'élément de base de la phase de réinitialisation. Celle-ci doit préparer la prochaine interaction avec le décideur de telle sorte qu'il en résulte le maximum d'informations significatives pour la suite de la démarche. Dans cette optique, la présentation de ces actions est particulièrement importante. Il s'agit d'expliquer, sans entrer dans le détail de la procédure, les hypothèses et les informations qui ont entraîné les principales caractéristiques des actions proposées.

On conçoit donc que l'information recueillie lors des nouvelles phases de réaction soit beaucoup plus riche que lors de la première. Le décideur va pouvoir beaucoup plus facilement entrevoir les conséquences de sa décision puisqu'il peut déjà en constater certaines au travers des actions qui lui sont proposées. Ses réactions révéleront donc ses préférences de manière beaucoup plus précise.

Le dialogue se dirigera suivant deux orientations différentes suivant la réaction du décideur.

Dans le cas où aucune action ne retient son intérêt, il faut conclure que certaines hypothèses formulées au cours du cheminement, qui ont permis

de traduire les préférences en des systèmes de pondération et des vecteurs d'accroissements équivalents, sont erronées. Il importe donc de rechercher avec le décideur où se situent ces anomalies.

On peut penser que les données obtenues au cours de ces entretiens et les hypothèses qui en découleront cerneront de beaucoup plus près les préférences. Il en sera donc de même pour le cheminement que l'homme d'étude va devoir réeffectuer à partir du point de mire.

Dans le cas où, par contre, le décideur retient une ou quelques actions, à l'encontre desquelles il risque cependant d'exprimer des critiques, la phase de réaction s'engagera de manière différente. Il s'agira de réunir les renseignements indispensables pour cheminer le long de la frontière du domaine d'évaluations des actions réalisables, c'est-à-dire dans l'ensemble des actions efficaces. Il faut bien faire comprendre au décideur que gagner sur un critère implique alors de perdre sur un ou plusieurs autres. C'est en effet ce choix entre les répercussions en sens contraire des mesures possibles pour remédier aux déficiences des actions présentées qui va orienter le cheminement jusqu'au compromis.

5.2. Élaboration d'un compromis par enrichissement progressif de l'information

La procédure, pour être efficace, doit permettre un enrichissement de l'information suffisamment rapide pour que chaque cycle le fasse progresser de manière sensible vers la solution désirée.

Contrairement aux méthodes classiques de Recherche Opérationnelle, qui visent à la mise en évidence d'un optimum, notre méthodologie se caractérise, comme la procédure du point de mire dont elle dérive, par l'impossibilité d'envisager une propriété de convergence. Celle-ci supposerait en effet qu'il existe une solution préalablement définie au problème posé qu'il s'agirait de trouver. Nous avons vu que cette solution n'existe pas et que nous devons la définir en même temps que nous analysons les préférences du décideur. Nous sommes donc en présence non d'un processus de convergence mais d'un processus que nous nommerons d'enrichissement progressif de l'information. Celui-ci se distingue du processus de convergence par le fait que l'information obtenue peut à tous moments être remise en cause et par le fait également qu'il est possible, au cours des différents cheminements à travers l'espace E des évaluations, de passer plus d'une fois par le même point, le deuxième passage entraînant, du fait d'une information plus riche, une orientation de la suite du cheminement différente de celle résultant du premier passage.

Nous constaterons ensuite que la procédure interactive est de par sa nature même itérative et qu'elle s'enrichit donc au cours de chaque itération de nouvelles informations concernant les préférences du décideur. Nous conviendrons également que les renseignements obtenus sont de plus en plus détaillés, de plus en plus précis.

Cet enrichissement de l'information apparaît notamment dans l'évolution des actions connues prises en compte. Si, au départ de la démarche, il y a disjonction entre les zones de l'espace E sur lesquelles est recueillie l'information nécessaire au cheminement — les actions connues sont à l'intérieur du domaine des actions réalisables, et celles au travers desquelles s'effectue ce cheminement, à l'extérieur de ce domaine —, il y a recouvrement progressif de ces zones au fur et à mesure des interactions pour aboutir en définitive à leur juxtaposition lorsque l'on chemine à la frontière du domaine des actions réalisables.

La procédure prend fin lorsque l'une des actions est acceptée et constitue donc le compromis recherché. Nous reconnaissons un certain caractère d'optimalité à cette action du fait même que le processus s'est arrêté, le décideur ne désirant plus diminuer l'évaluation d'un critère pour en gagner sur un autre.

CONCLUSION

Pour être applicable, une méthodologie d'aide à la décision ne doit pas impliquer du décideur une expérience particulière. Elle vise à lui apporter un support à la réflexion, à lui permettre d'appréhender les conséquences sociales et économiques des orientations qu'il prend dans sa décision, à le faire participer à la détermination de l'action recherchée par une procédure dépendant en permanence de son intervention. Cette procédure aide le décideur à « assumer sa position d'arbitre entre les critères au service desquels il est placé » ⁽²³⁾. Nous insisterons donc sur le fait que cette méthodologie tend à prendre en compte les optiques différentes des « acteurs » impliqués par la décision de manière à permettre au décideur d'exprimer la synthèse de ces diverses positions. C'est en cela que « la procédure peut être autre chose qu'un instrument de manipulation permettant de justifier des idées *a priori* » ⁽²³⁾. Une méthode qui soit à la fois outil de synthèse, expression des préférences du décideur, génératrice des actions qui en résultent, doit aider l'entreprise à rationaliser des décisions qui prennent en compte des facteurs aussi hétérogènes que les aspects humains et économiques de l'organisation d'un atelier de production.

⁽²³⁾ B. Roy.

ANNEXE 1

CRITÈRES

Nous distinguerons 4 groupes de critères (variables explicitées en annexe 2).

a) Caractéristiques des conditions de travail :

– autonomie individuelle : enchaînement

$$\gamma_1 = \frac{1}{N_p} \frac{1}{a_r} \frac{60}{P_d} \sum_I K_I \cdot N_{pI} \cdot \alpha_I \cdot \min_J s_{IJ};$$

– intégration de la tâche : enrichissement

$$\gamma_2 = \frac{1}{N_p} \frac{1}{5} \cdot \sum_I K_I \cdot N_{pI} \cdot r_I;$$

– participation à l'activité globale : élargissement

$$\gamma_3 = \frac{1}{N_p} \frac{1}{t_f} \cdot \sum_I K_I \cdot N_{pI} \cdot \beta_I \sum_{i \in I} d_i;$$

– indicateur de groupe : groupes d'ouvriers

$$\gamma_4 = \frac{1}{N_p} \frac{1}{t_r} \cdot \sum_I (60 K_I N_{pI} - P_d \sum_I d_i) I d_I \cdot P_I.$$

b) Critères liés au contexte humain de l'atelier :

– satisfaction des désirs individuels :

$$\gamma_5 = \text{pourcentage de personnes satisfaites.}$$

c) Critères économiques : l'entreprise dans son environnement :

– prix de revient :

$$\gamma_6 = 1 - \text{variation en pour-cent du prix de revient;}$$

– stocks :

$$\gamma_7 = 2 - \frac{\sum s_{IJ}}{s_0};$$

– investissements :

$$\gamma_8 = 2 - \text{variation en pour-cent de l'investissement.}$$

d) Fonctionnement de l'atelier :

– efficacité de la structure : blocages

$$\gamma_9 = \varphi \cdot s \frac{60}{P_d} \frac{1}{\text{Rep}} \frac{\theta - 1}{\theta} + \frac{\psi}{\theta}.$$

NOTATIONS : N_p , personnel atelier; Pd , production; t_f , temps fabrication; t_r , temps d'autonomie de référence; a_r , temps maximal de repos; s , stock moyen; α_I , coefficient d'autonomie individuelle; β_I , coefficient de participation; ρ_I , coefficient de groupe; θ , coefficient de parallélisme; Rep , temps moyen de réparation machine; φ , ψ , coefficient de pondération dans γ_9 ,

ANNEXE 2

ACTIONS POSSIBLES

Une action possible, a , est une organisation possible d'atelier, Elle peut être représentée par

$$a = (G, s),$$

où

- G est un graphe dont les sommets sont des types de tâches et les arcs les transmissions du produit (ou ses composantes) d'une tâche à l'autre;
- s sont les variables affectées :
- aux sommets : I (groupements de tâches); $\sum di$ (durée des tâches de I); K_I (coefficient de multiplicité de I); N_{p_I} (personnel de I); r_I (degré d'intégration); $I d_I$ (identité des tâches de I),
- aux arcs : s_{IJ} (stock entre I et J); Z (type d'organisation),

BIBLIOGRAPHIE

1. R. BENAYOUN et J. TERGNY, *Mathematical Programming with Multiobjective Function: a Solution by P.O.P. (Progressive Orientation Procedure)*, Metra, vol. 9, n° 2, 1970.
2. Ph. BERNOUX, D. MOTTE et J. SAGLIO, *Trois ateliers d'O.S.*, éditions ouvrières, 1973.
3. P. BUFFET, J.-P. GREMY, H. MARC et B. SUSSMANN, *Peut-on choisir en tenant compte de critères multiples? Une méthode (ELECTRE) et trois applications*, Metra, vol. 11, n° 2, 1967.
4. L. E. DAVIS et J.-C. TAYLOR, *Design of Jobs*, Penguin Books, 1972.
5. Y. DELAMOTTE, *Recherches en vue d'une organisation plus humaine du travail industriel*, Rapport remis à M. Joseph Fontanet, ministre du Travail, de l'Emploi et de la Population, La Documentation Française, 1972.
6. A. ETZIONI, *Les organisations modernes*, Duculot, 1971.
7. P. C. FISHBURN, *Les mathématiques de la décision*, Gauthier-Villars, Paris, 1973.
8. J. L. GIORDANO et J.-C. SUQUET, *Aide à la décision en matière d'organisation d'atelier : compromis entre les composantes humaines et économiques. Cas d'une chaîne*, thèse, Université Paris-IX Dauphine, 1976.
9. *Health, Education and Welfare Department*, Work in America, 1973.
10. F. HERZBERG, *Le travail et la nature de l'homme*, E.M.E., 1971.
11. C. LEVY-LEBOYER, *Psychologie des organisations*, P.U.F., Paris, 1974.

12. J.-P. NORSTEDT et S. AGUREN, *Le rapport Saab-Scania*, S.A.F., Stockholm, 1973.
13. B. ROY, *Algèbre moderne et théorie des graphes orientées vers les Sciences économiques et sociales*, t. 1 et 2, Dunod, Paris, 1970.
14. B. ROY, *Décisions avec critères multiples : problèmes et méthodes*, Metra, vol. 11, n° 1, 1972.
15. B. ROY, *Critères multiples et modélisations des préférences (l'apport des relations de surclassement)*, Revue d'Économie politique, n° 1, 1974.
16. B. ROY, *Vers une méthodologie générale d'aide à la décision*, Metra, n° 4, 1975.
17. C. R. WALKER et R. H. GUEST, *The Man on the Assembly Line*, Harvard University Press, 1952.
18. M. ZELENY, *Linear Multiobjective Programming*, Springer-Verlag, 1974.

