RAIRO. RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

A. BILLIONNET

Modèle adaptant les politiques de personnel aux besoins prévisionnels

RAIRO. Recherche opérationnelle, tome 12, nº 1 (1978), p. 41-59

<http://www.numdam.org/item?id=RO_1978__12_1_41_0>

R.A.I.R.O. Recherche opérationnelle/Operations Research
(vol. 12, n° 1, février 1978, p. 41 à 58)

MODÈLE ADAPTANT LES POLITIQUES DE PERSONNEL AUX BESOINS PRÉVISIONNELS (*)

par A. BILLIONNET [1]

Résumé. — *On peut distinguer trois grands types de préoccupations en matière de gestion prévisionnelle du personnel : la prévision des effectifs nécessaires à court et long terme, la définition de la politique de personnel et la gestion courante.*

Nous nous intéressons seulement, ici, à la deuxième de ces préoccupations. Nous essayons, en particulier, de répondre à la question suivante : étant données la population actuelle et les prévisions de besoins, quelle est la meilleure politique de personnel à appliquer de façon à satisfaire, au mieux, les besoins prévisionnels ?

Cet article présente un modèle destiné à aider le décideur à répondre à cette question.

Un graphe décrit l'organisation étudiée : chaque sommet représente une fonction et chaque arc une possibilité de transition entre deux fonctions.

La procédure d'optimisation que nous avons choisie utilise la théorie des flots et en particulier un algorithme permettant de déterminer, dans un réseau de transport, le flot maximal de coût minimal.

Ce modèle permet également de pouvoir faire face rapidement aux départs imprévus.

Un programme conversationnel et interactif a été mis au point, concernant ce modèle, à la Régie nationale des Usines Renault.

1. INTRODUCTION

Une entreprise moderne ne peut réaliser ses objectifs à court et long terme que si elle est en mesure de disposer d'une certaine quantité de ressources humaines, au moment où il faut et à la place où il faut. La gestion prévisionnelle du personnel permet, dans la mesure du possible, de résoudre le problème.

On peut distinguer trois grands types de préoccupations en matière de gestion prévisionnelle du personnel :

— la prévision des effectifs nécessaires à court et long terme dans le cadre du système de planification;

— la définition d'une politique de personnel. Le but de cette politique est de satisfaire au mieux les besoins en effectifs tout en tenant compte, d'une part, des aspirations du personnel, d'autre part, de la population initiale et de l'évolution prévisible du marché de l'emploi;

(*) Reçu juillet 1976, révisé février 1977.

[1] Institut d'Informatique d'Entreprise-C.N.A.M. et U.E.R. de Sciences des Organisations, Université de Paris-IX.

– la gestion courante : elle correspond à la mise en œuvre concrète de la politique de personnel.

Nous nous intéressons seulement, dans cette étude, à la deuxième de ces préoccupations. Nous supposons, bien sûr, que l'entreprise a conçu un plan de développement et que, par conséquent, elle est capable d'exprimer ses besoins en personnel au cours de la période de gestion considérée.

Le modèle que nous avons réalisé aide les responsables à déterminer la politique de personnel à appliquer; cette politique est globale, elle ne concerne que des groupes d'individus pouvant être considérés comme homogènes. Nous entendons, ici, par définition d'une politique, la détermination, à chaque période et jusqu'à l'horizon choisi, du recrutement, des mutations et des promotions à effectuer.

Les motivations des individus n'ont pas été introduites dans le modèle pour plusieurs raisons. D'une part, le recueil des motivations est une opération difficile à réaliser, d'autre part, les aspirations du personnel sont très changeantes à moyen et long terme. Nous avons donc choisi de ne pas les prendre en compte dans le modèle. Cette tâche est laissée au décideur qui, partant des solutions globales déterminées par le modèle, devra en déduire des solutions individuelles.

2. PRINCIPES DU MODÈLE

Ce modèle s'appuie sur la connaissance rationnelle de l'organisation concernée : recensement des fonctions, filières et possibilités d'évolution en matière de carrières. Ce travail, indispensable, est très long; il demande une analyse précise de toutes les fonctions de l'organisation. C'est, en effet, à partir d'une connaissance approfondie de chaque fonction que les responsables pourront déterminer les différentes possibilités de carrières. Ces données sont représentées par un graphe G; les sommets représentent les fonctions et les arcs, les possibilités d'évolution. C'est-à-dire qu'il y a un arc entre deux fonctions s'il est possible de passer directement de l'une à l'autre après un perfectionnement éventuel.

Prenons un exemple avec 4 fonctions : F_1, F_2, F_3 et F_4. Supposons que le recrutement puisse seulement se faire dans la fonction F_1 et que les sorties du système ne puissent se faire qu'à partir de la fonction F_4. Supposons également qu'une étude préalable ait déterminé les transitions possibles entre ces 4 fonctions :

$$F_1 \to F_2, \qquad F_2 \to F_3, \qquad F_3 \to F_4,$$

$$F_1 \to F_3, \qquad F_2 \to F_4,$$

$$F_1 \to F_4.$$

Nous pouvons représenter le système par le graphe $G = (X, U)$ suivant :

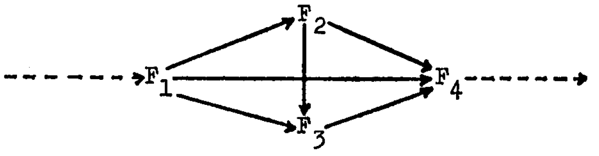

Figure 1

Le but du modèle que nous présentons ici est d'aider le décideur à déterminer le minimum de mouvements (recrutement, mutations et promotions) à effectuer à chaque période de façon à minimiser les écarts entre l'effectif souhaité et l'effectif prévu dans chaque fonction. Ces mouvements sont déterminés en tenant compte d'un certain nombre de contraintes (contraintes limitant le recrutement, les sorties du système et les mouvements entre certaines fonctions).

Nous avons donc choisi la fonction économique suivante :

$$Z = \sum_{i,t} \alpha_i^{(t)} \left| x_i^{(t)} - b_i^{(t)} \right| + \varepsilon . M,$$

$x_i^{(t)}$, effectif de la fonction i à la période t;

$b_i^{(t)}$, besoins de la fonction i à la période t;

la quantité $\left| x_i^{(t)} - b_i^{(t)} \right|$ représente l'écart entre l'effectif souhaité et l'effectif obtenu dans la fonction i à la période t. Il est apparu nécessaire de pondérer cet écart par un coefficient appelé $\alpha_i^{(t)}$. Ce coefficient permet de différencier les fonctions et les périodes; il est déterminé par le décideur compte tenu de l'importance de la fonction;

M, nombre total de mouvements effectués au cours de la période de gestion considérée;

ε est un coefficient dont la valeur est très petite par rapport aux autres coefficients et variables. La seconde partie de la fonction économique, $\varepsilon . M$, permet d'obtenir, parmi les solutions qui satisfont le mieux les besoins en personnel, celles qui comportent le minimum de mouvements.

3. FORMULATION MATHÉMATIQUE

On abordera successivement :

- les données du modèle;
- les variables de décision;
- les relations et contraintes.

3.1. Les données du modèle

N, nombre de sous-périodes comprises dans la période de gestion considérée;

$G = (X, U)$, graphe représentant tous les mouvements possibles. X désigne l'ensemble des sommets et U l'ensemble des arcs. Nous supposons que ce graphe comporte n sommets c'est-à-dire que l'organisation comporte n fonctions;

$x_i^{(0)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, effectif initial dans la fonction i;

$b_i^{(t)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, effectif souhaité dans la fonction i à la période t;

$a_{i,j}^{(t)}$ $(i, j) \in U$ $(t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre maximal de personnes pouvant passer de la fonction i à la fonction j à la période t;

$e_i^{(t)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre maximal de personnes pouvant être recrutées dans la fonction i à la période t;

$s_i^{(t)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre maximal de personnes pouvant quitter l'organisation à partir de la fonction i, à la période t;

α_i^t $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, coefficient de pondération concernant l'écart entre l'effectif souhaité et l'effectif obtenu dans la fonction i à la période t.

3.2. Les variables de décision

$x_{i,j}^{(t)}$ $(i, j) \in U$ $(t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre de personnes devant passer de la fonction i à la fonction j à la période t;

$y_i^{(t)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre d'individus à recruter dans la fonction i à la période t;

$z_i^{(t)}$ $(i = 1, 2, \ldots, n; t = 1, 2, \ldots, N)$, nombre d'individus devant quitter la fonction i et l'organisation à la période t.

3.3. Les relations et contraintes

Ces variables de décision ne sont pas indépendantes; elles sont liées par des relations et soumises à des contraintes.

3.3.1. *Relation de conservation des effectifs*

Pour $i = 1, 2, \ldots, n$ et $t = 0, 1, \ldots, N-1$ on a la relation :

$$x_i^{(t)} + y_i^{(t+1)} + \sum_{j \in \Gamma^{-1}(i)} x_{j,i}^{(t+1)} - \sum_{k \in \Gamma(i)} x_{i,k}^{(t+1)} - z_i^{(t+1)} = x_i^{(t+1)},$$

$\Gamma(i)$ désigne l'ensemble des successeurs du sommet i dans le graphe $G = (X, U)$; $\Gamma^{-1}(i)$ désigne l'ensemble de ses prédécesseurs.

$\sum_{j \in \Gamma^{-1}(i)} x_{j,i}^{(t+l)}$, nombre de personnes arrivant dans la fonction i (à partir d'une autre fonction) à la période $t+1$;

$\sum_{k \in \Gamma(i)} x_{i,k}^{(t+l)}$, nombre de personnes quittant la fonction i (pour se rendre dans une autre fonction de l'organisation) à la période $t+1$.

3.3.2. *Contraintes*

– concernant le recrutement dans la fonction i à la période t :

$$y_i^{(t)} \leqq e_i^{(t)} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n;\ t = 1, 2, \ldots, N);$$

– concernant les mouvements de la fonction i à la fonction j, à la période t :

$$x_{i,j}^{(t)} \leqq a_{i,j}^{(t)} \qquad (i, j) \in U;\ t = 1, 2, \ldots, N;$$

– concernant les sorties du système à partir de la fonction i, à la période t :

$$z_i^{(t)} \leqq s_i^{(t)} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n;\ t = 1, 2, \ldots, N).$$

4. LA MÉTHODE D'OPTIMISATION

4.1. Principe

Le problème que nous venons de décrire peut se mettre sous la forme du programme mathématique suivant :

$$\left.\begin{array}{l} y_i^{(t)} \leqq e_i^{(t)} \\ z_i^{(t)} \leqq s_i^{(t)} \end{array}\right\} \qquad i = 1, 2, \ldots, n; \quad t = 1, 2, \ldots, N.$$

$$x_{i,j}^{(t)} \leqq a_{i,j}^{(t)} \qquad (i, j) \in U; \quad t = 1, 2, \ldots, N.$$

$$x_i^{(t)} + y_i^{(t+1)} + \sum_{j \in \Gamma^{-1}(i)} x_{j,i}^{(t+1)} - \sum_{k \in \Gamma(i)} x_{i,k}^{(t+1)} - z_i^{(t+1)} = x_i^{(t+1)}$$

$$i = 1, 2, \ldots, n, \quad t = 0, 1, \ldots, N-1.$$

$y_i^{(t)}, z_i^{(t)}, x_{i,j}^{(t)}, x_i^{(t)} \in N$ (ensemble des entiers naturels).

$$\text{MIN } Z = \sum_{i,t} \alpha_i^{(t)} \left| x_i^{(t)} - b_i^{(t)} \right| + \Big(\sum_{i,t} z_i^{(t)} + \sum_{i,t} y_i^{(t)} + \sum_{\substack{(i,j) \in u \\ t}} x_{i,j}^{(t)}\Big) . \varepsilon.$$

Nous allons voir que ce problème peut également se poser comme un problème de flot. Nous utiliserons donc, pour le résoudre, certains résultats de la théorie des flots et notamment un algorithme permettant de déterminer, dans un réseau de transport, le flot maximal de coût minimal [8]. En effet, cet algorithme, fondé sur la notion de graphe orienté, est beaucoup plus perfomant que les méthodes classiques de programmation mathématique.

4.2. Le réseau de transport associé au modèle

Construisons, à partir du graphe des carrières, un nouveau graphe de la manière suivante : à chaque fonction nous associons $N+1$ sommets. On note chaque sommet $F_i^{(j)}$ ($i = 1, 2, \ldots, n$ et $j = 0, 1, \ldots, N$). Il existera un arc de $F_i^{(j)}$ à $F_k^{(j+1)}$ s'il est possible, pour un individu se trouvant dans la fonction i à la période j, d'occuper, la période suivante, la fonction k.

Ajoutons ensuite deux sommets à ce graphe, une entrée E et une sortie S ainsi que les arcs $(E, F_i^{(0)})$ et $(F_i^{(N)}, S)$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$. Ajoutons, enfin, l'arc de retour (S, E); nous avons ainsi transformé le graphe des carrières en un réseau de transport. (*fig.* 2).

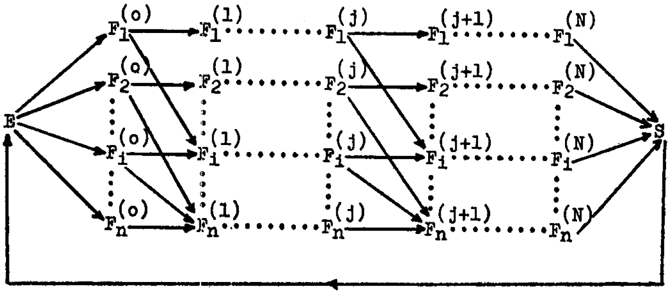

Figure 2

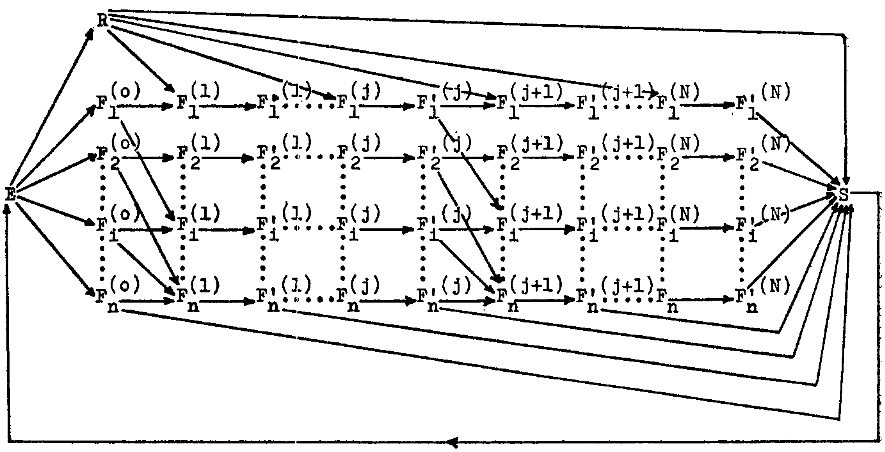

Figure 3

Il reste encore deux types de mouvements à représenter : les embauches et les sorties du système. En ce qui concerne les embauches, on créera un arc (E, R) puis pour toutes les fonctions i où il est possible de recruter des personnes extérieures à l'organisation on créera les N arcs $(R, F_i^{(k)})$, $k = 1, 2, \ldots, N$. De même pour toutes les fonctions j à partir desquelles il est possible de quitter le système, on créera les N arcs $(F_i^{(k)}, S)$, $k = 0, 1, \ldots, N-1$.

Transformons ensuite le réseau de façon à faire apparaître des arcs dont le flux représente l'effectif d'une fonction à une période donnée. Créons, pour cela, $N \times n$ arcs supplémentaires, chacun de ces arcs étant associé à une fonction à une période donnée. Il suffit de décomposer chacun des sommets $F_i^{(k)}$ du réseau précédent en deux sommets $F_i^{(k)}$ et $F_i'^{(k)}$ et d'ajouter un arc entre ces deux sommets. Le flux sur cet arc représentera bien l'effectif de la fonction i à la période k. Nous obtenons alors le réseau de la figure 3 que nous appellerons G_R.

4.3. Flot maximal dans le réseau de transport

Nous donnons une capacité à tous les arcs du réseau incidents extérieurement à l'entrée E. La capacité de l'arc $(E, F_i^{(0)})$ est égale à l'effectif initial de la fonction i. Nous donnons ensuite une capacité très grande à l'arc (E, R). Les capacités de tous les autres arcs sont infinies.

Il est alors évident que tout flot maximal dans ce réseau représente une possibilité d'évolution du personnel au cours des N périodes considérées (et réciproquement). Toutefois il faudra ajouter au réseau un arc de R vers S. En effet, l'arc (E, R) sera toujours saturé puisqu'on ne s'intéresse qu'au flot maximal dans le réseau. La capacité de l'arc (E, R) représente donc le nombre maximal de personnes que l'on peut embaucher au cours des N périodes. Le flux sur l'arc (R, S) sera égal à la différence entre le nombre maximal d'embauches autorisées et le nombre d'embauches effectivement réalisées.

Le nombre de personnes à recruter dans la fonction i à la fin de la période k est donné par le flux sur l'arc $(R, F_i^{(k)})$. Le nombre de personnes devant quitter la fonction j et l'organisation à la fin de la période k est égal au flux sur l'arc $(F_j'^{(k-l)}, S)$. Le nombre de personnes devant passer de la fonction i à la fonction j, à la fin de la période k, est égal au flux sur l'arc $(F_i'^{(k-l)}, F_j^{(k)})$.

4.4. Introduction des contraintes

Si nous reprenons le problème tel qu'il est posé au paragraphe 4.1, nous voyons que, en plus des relations de conservation d'effectifs, différentes contraintes de bornes sont à respecter. Elles se traduiront par l'attribution de capacités aux arcs du réseau :

– limites sur le recrutement : $y_i^{(t)} \leqq e_i^{(t)}$. On affectera, pour traduire cette contrainte, la capacité $e_i^{(t)}$ à l'arc $(R, F_i^{(t)})$;

– limites sur les sorties du système : $z_i^{(t)} \leqq s_i^{(t)}$. On affectera la capacité $s_i^{(t)}$ à l'arc $(F_i'^{(t-1)}, S)$ (dans le cas où $t = 1$ c'est l'arc $(F_i^{(0)}, S)$ qui sera de capacité $s_i^{(1)}$);

– limites sur les mouvements à l'intérieur du système : $x_{i,j}^{(t)} \leqq a_{i,j}^{(t)}$. On attribuera la capacité $a_{i,j}^{(t)}$ à l'arc $(F_i'^{(t-1)}, F_j^{(t)})$ (à l'arc $(F_i^{(0)}, F_j^{(1)})$ dans le cas où $t = 1$).

4.5. Prise en compte de la fonction économique

Si nous appelons $V = \{ v_1, v_2, \ldots, v_p \}$ l'ensemble des arcs du réseau G_R et φ_j ($j = 1, \ldots, p$) les flux sur ces arcs, le problème posé revient à déterminer le flot maximal dans ce réseau qui minimise la fonction suivante : $\sum_j f_j(\varphi_j) . f_j(\varphi_j)$ représente le « coût » associé à la circulation du flux φ_j sur l'arc v_j.

Nous avons 3 types de fonctions f_j suivant l'arc considéré :

– soit A l'ensemble des arcs $(F_i^{(k)}, F_i'^{(k)})$, $i = 1, 2, \ldots, n$ et $k = 1, 2, \ldots, N$. Pour $v_j \in A$, $f_j(\varphi_j) = \alpha_j \mid \varphi_j - b_j \mid$; α_j et b_j dépendent de l'arc considéré. S'il s'agit de l'arc $(F_i^{(k)}, F_i'^{(k)})$, $\alpha_j = \alpha_i^{(k)}$ et $b_j = b_i^{(k)}$.

– soit B l'ensemble formé des arcs incidents extérieurement au sommet E, des arcs $(F_i'^{(N)}, S)$, ($i = 1, 2, .., n$) et de l'arc (R, S). Pour $v_j \in B, f_j(\varphi_j) = 0$;

– soit C l'ensemble des arcs $(F_i^{(0)}, F_i^{(1)})$, $i = 1, 2, \ldots, n$ et $(F_i'^{(k)}, F_i^{(k+1)})$, $i = 1, 2, \ldots, n$ et $k = 1, 2, \ldots, N-1$. Pour $v_j \in C, f_j(\varphi_j) = 0$;

– soit D l'ensemble des autres arcs du réseau. Pour $v_j \in D, f_j(\varphi_j) = \varepsilon . \varphi_j$.

La fonction à minimiser peut alors s'écrire :

$$Z = \sum_{j \in A} \alpha_j \mid \varphi_j - b_j \mid + \sum_{j \in D} \varepsilon . \varphi_j$$

Le problème se ramène donc à la recherche du flot maximal de coût minimal dans un réseau de transport. Il existe de nombreux algorithmes permettant de résoudre ce problème lorsque la fonction de coût est linéaire : $F = \sum_j d_j \varphi_j$. Ce n'est pas tout à fait le cas dans notre modèle. En effet, pour $j \in A$, $f_j(\varphi_j) = \alpha_j \mid \varphi_j - b_j \mid$. Cette fonction est seulement linéaire par morceaux et l'on peut montrer que, dans ce cas, la non-linéarité n'entraîne qu'une complication mineure, la transformation du graphe représentant le réseau en un multigraphe [8].

Soit G_R le réseau de transport. Considérons un arc u_j ($j \in A$) de G_R. Soit c_j la capacité de cet arc (dans notre cas cette capacité est toujours infinie). Remplaçons u_j par deux arcs u_j^1 et u_j^2 de capacités respectives b_j et $c_j - b_j$ et de coûts respectifs $-\alpha_j$ et α_j. (dans notre cas, $c_j - b_j$ est infinie.)

$$\begin{tikzcd} x \arrow[r, "{[c_j]}", "u_j"'] & y \end{tikzcd} \quad \Rightarrow \quad \begin{tikzcd}[column sep=huge] x \arrow[r, bend left=50, "{[b_j] \quad -(\alpha_j)}", "u_j"'] \arrow[r, bend right=50, "{[c_j-b_j] \quad (\alpha_j)}", "u_j"'] & y. \end{tikzcd}$$

Soit G_R^* le multigraphe obtenu en remplaçant ainsi tous les arcs de l'ensemble A. On peut démontrer que le coût minimal du flot maximal φ dans le réseau G_R est égal au coût minimal du flot maximal φ^* dans le réseau G_R^*, à une constante près [5, 8].

Notre problème se ramène donc à la recherche du flot maximal sur G_R^* qui minimise la fonction

$$Z' = \sum_{j \in A_1} -\alpha_j \varphi_j + \sum_{j \in A_2} \alpha_j \varphi_j + \sum_{j \in D} \varepsilon . \varphi_j$$

(nous appelons A_1 l'ensemble des arcs u_j^1 et A_2 l'ensemble des arcs u_j^2.)

Nous avons utilisé, pour cela, l'algorithme de Roy, [8], permettant de déterminer, dans un réseau de transport, le flot maximal de coût minimal.

Reprenons l'exemple présenté au paragraphe 2. Supposons que l'horizon de gestion soit de deux périodes et que les besoins prévisionnels soient les suivants :

	F_1	F_2	F_3	F_4
Effectif initial	10	6	7	3
Besoins pour la première période	7	4	5	7
Besoins pour la deuxième période	2	4	4	13

Le réseau de transport correspondant est présenté sur la figure 4.

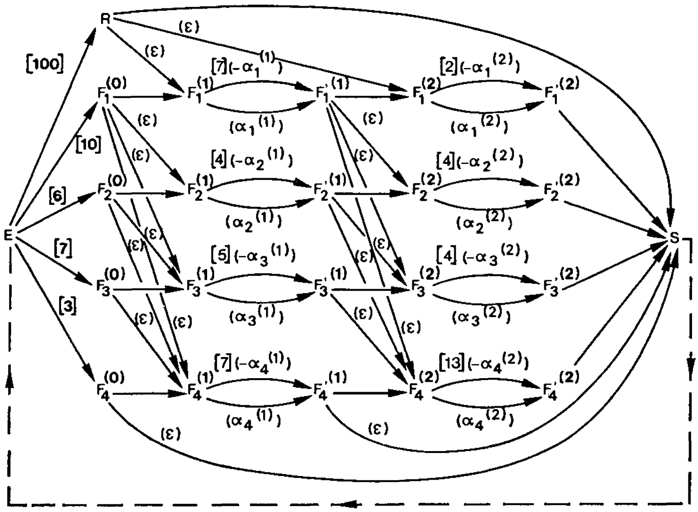

Figure 4. — Les capacités sont notées entre crochets et les coûts entre parenthèses. Les arcs du réseau dont la capacité n'est pas indiquée ont une capacité infinie; les arcs du réseau dont le coût n'est pas indiqué ont un coût nul.

5. MODE DE FONCTIONNEMENT DU MODÈLE

Pour faciliter aux responsables l'utilisation de ce modèle, nous avons mis au point un programme conversationnel. Le principe consiste à rendre transparent pour l'utilisateur les manipulations techniques du terminal. En revanche, toute latitude lui est laissée pour orienter le traitement selon ses besoins. Ceci est réalisé par une conversation entre la machine et l'utilisateur. Nous pouvons voir, figure 5, le déroulement d'une conversation-type.

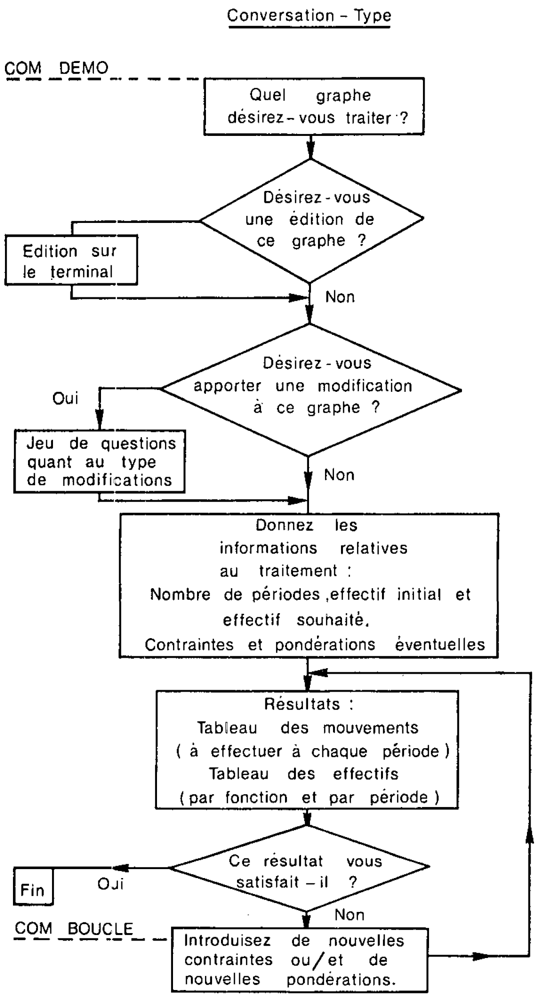

Figure 5

6. UTILISATION DU MODÈLE

Ce modèle est un outil général susceptible de répondre à toutes questions concernant une grosse organisation ou une petite, de gros effectifs ou de petits, à court ou à moyen terme.

A court terme, il permet de connaître la cascade de mouvements à effectuer pour faire face à un départ imprévu, une promotion ou tout autre aléa individuel. (Il suffit d'appliquer le modèle sur une seule période).

A moyen terme, il permet de cerner les éléments d'une politique globale de mouvements à effectuer pour faire face au gonflement, à la stagnation ou au désengagement des différents secteurs de l'organisation (*cf.* exemple en annexe).

Mais ce modèle ne donne que des solutions anonymes (nombre d'individus à mouvementer à chaque période) sans préciser les solutions individuelles. Ces solutions devront être déterminées par le décideur en tenant compte, au maximum, de l'ensemble des aspirations du personnel préalablement recueillies.

7. CONCLUSION

De nombreux modèles ont été étudiés pour déterminer la politique à appliquer en matière de mutations, de promotions et de recrutement. La plupart d'entre eux testent la politique effectivement pratiquée par l'entreprise et permettent ainsi de voir si cette politique est compatible avec la réalisation des objectifs du plan. Pour la tester, on applique le modèle à la population actuelle, ce qui permet de simuler le développement de cette dernière et de déduire les prévisions de population à l'horizon choisi. La comparaison de la population prévue et de la population souhaitée fait, en général, apparaître des écarts qui entraînent une révision de la politique testée. On recommence la simulation tant que ces écarts ne sont pas devenus suffisamment faibles. Ce processus peut se révéler assez long.

Le modèle que nous avons présenté dans cet article procède d'une manière tout à fait différente : étant données la population actuelle et la population souhaitée, il détermine directement la « meilleure » politique de mouvements à appliquer.

Ce modèle est considéré comme opérationnel à la Direction centrale de l'Après-Vente de la Régie nationale des Usines Renault. Il permet de traiter des organisations comportant une centaine de fonctions et plusieurs milliers d'individus. Sa souplesse d'exploitation en fait un outil pratique et courant d'aide à la décision. En effet, les manipulations techniques sont très simples au niveau du terminal et le dialogue homme-machine est facilité par l'utilisation du mode conversationnel.

Nous avons constaté, par ailleurs, que la préparation des données de ce modèle était très fructueuse pour l'entreprise en dehors de toute considération de gestion prévisionnelle du personnel. Il faut, en effet, dresser la liste des fonctions que l'on désire prendre en compte. Elles doivent être stables sur la période de gestion considérée; il est donc nécessaire de les définir avec précision. Il faut ensuite étudier toutes les transitions possibles entre ces différentes fonctions. Pour réaliser ce travail, qui est extrêmement long, il est nécessaire de considérer les fonctions une à une et de se poser, pour chacune, la question suivante : vers quelles fonctions peut évoluer une personne occupant cette fonction ? Tout ce travail de recensement des postes et de définition des transitions possibles permet aux différents responsables d'approfondir leur connaissance de l'entreprise et les contraint à une certaine formalisation.

BIBLIOGRAPHIE

1. R. Benayoun, *La pratique de l'optimisation dans l'entreprise*, P.U.F., Paris, 1974.
2. R. Benayoun et C. Boulier, *Approches rationnelles dans la gestion du personnel*, Dunod, Paris, 1972.
3. R. Benayoun, C. Hannebelle et G. Maarek, *Un modèle de gestion prévisionnelle des cadres* (POLCA), Metra, vol. X, n° 3, 1971.
4. Y. Bidot, *Système et modèle de développement du personnel*, Journées internationales du Touquet : « Gestion prévisionnelle du personnel », A.F.C.E.T./The Manpower Society, 14-16 mai 1973.
5. A. Billionnet, *Modèles d'aide à la décision visant à adapter les politiques de personnel aux besoins prévisionnels*, Thèse de 3e cycle, gestion, Université Paris-IX, 1976.
6. L. R. Ford et D. R. Fulkerson, *Flots dans les graphes*, Gauthi er-Villars Paris, 1966.
7. T. C. Hu, *Integer programming and network flows*, Addison-Wesley, 1969.
8. B. Roy, *Algèbre moderne et théorie des graphes orientées vers les sciences économiques et sociales*, Dunod, Paris, t. 1, 1969 et t. 2, 1970.

ANNEXE

EXEMPLE D'APPLICATION DU MODÈLE

Considérons l'organisation, très simple, décrite par le graphe de la figure 6. Les effectifs initiaux et les besoins prévisionnels, pour les 3 périodes de gestion considérées, sont présentés dans le tableau suivant :

	Effectif initial	Besoins 1re période	Besoins 2e période	Besoins 3e période
OCPR T_2	8	7	7	6
CHEF APV T_3	10	11	11	12
OCPR T_1	4	4	3	3
CHEF APV T_2	9	10	10	11
CHEF SERV PR	4	3	3	2
CHEF APV T_1	7	6	6	6
ATT TECHN DEE DA	2	3	3	3
RESP APV FRANCE	1	2	2	2
ATT TECH DAI	3	4	5	5

Le modèle permet de déterminer le minimum de mouvements à effectuer à chaque période, de façon à satisfaire, le mieux possible, les besoins prévisionnels.

Dans cet exemple les pondérations ont été attribuées de telle façon qu'un écart éventuel à la troisième période soit deux fois plus important que le même écart à la deuxième période et quatre fois plus important que ce même écart à la première période. D'autre part toutes les fonctions ont été placées au même plan.

Le modèle nous propose la solution suivante :

six mouvements à la fin de la première période :

1, recrutement d'un CHEF APV T_3;
2, recrutement d'un RESP APV FRANCE;
3, promotion d'un OCPR T_2 en CHEF APV T_2;
4, promotion d'un CHEF APV T_2 en ATT TECH DAI;
5, promotion d'un CHEF SERV PR en CHEF APV T_2;
6, promotion d'un CHEF APV T_1 en ATT TECH DEE DA;

deux mouvements à la fin de la deuxième période:

7, promotion d'un OCPR T_1 en CHEF APV T_2;
8, promotion d'un CHEF APV T_2 en ATT TECH DAI;

deux mouvements à la fin de la troisième période :

9, promotion d'un OCPR T_2 en CHEF APV T_3;
10, promotion d'un CHEF SERV PR en CHEF APV T_2.

Si l'on effectue tous les mouvements indiqués ci-dessus, nous voyons que les effectifs obtenus dans chaque fonction correspondent exactement aux besoins prévisionnels. Cependant le décideur estime que cette solution n'est pas applicable; il désire interdire les trois mouvements suivants : 2, 8, 9.

Le modèle propose alors une nouvelle solution qui satisfait tous les besoins exprimés, excepté ceux des fonctions RESP APV FRANCE et ATT TECH DAI à la fin de la première période.

On trouvera, dans les pages suivantes, le déroulement de la conversation correspondant à cet exemple.

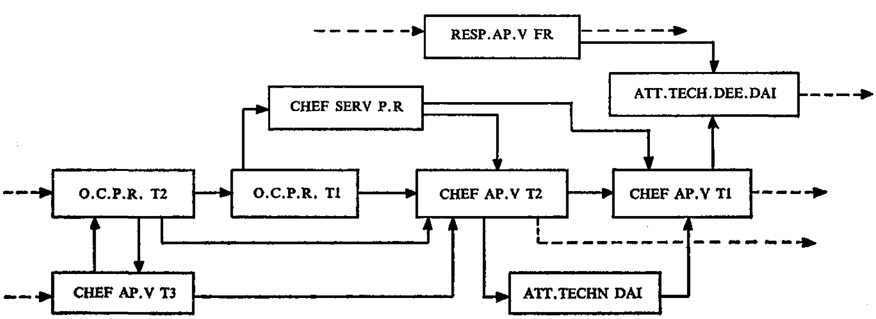

Figure 6

COM DEMO

QUEL GRAPHE DÉSIREZ-VOUS TRAITER (X SI NOUVEAU) : GRAF9

DÉSIREZ-VOUS UNE LISTE DES FONCTIONS ? OUI

LISTE DES FONCTIONS DU GRAPHE GRAF9

DE LA FONCTION	A LA FONCTION
ENTRÉE	OCPR T2 CHEF APV T3 RESP APV FRANCE
OCPR T2	CHEF APV T3 OCPR T1 CHEF APV T2
CHEF APV T3	OCPR T2 CHEF APV T2
OCPR T1	CHEF APV T2 CHEF SERV PR
CHEF APV T2	SORTIE CHEF APV T1 ATT TECH DAI
CHEF SERV PR	CHEF APV T2 CHEF APV T1
CHEF APV T1	SORTIE ATT TECH DEE DA
ATT TECH DEE DA	SORTIE
RESP APV FRANCE	SORTIE ATT TECH DEE DA
ATT TECH DAI	CHEF APV T1

AVEZ-VOUS UNE MODIFICATION A APPORTER ? : OUI
SUPPRESSION D'UNE FONCTION ? NON
AJOUT DE FONCTION ? : NON
AJOUT DE LIEN : NON
SUPPRESSION DE LIEN ? NON

COMBIEN DE PÉRIODES VOULEZ VOUS TRAITER ? 3

EFFECTIF EN ENTRÉE : 50

DONNER LES EFFECTIFS (INITIAL ET PAR PÉRIODE) POUR CES FONCTIONS :

OCPR T2	: 8,7,7,6
CHEF APV T3	: 10,11,11,12
OCPR T1	: 4,4,3,3
CHEF APV T2	: 9,10,10,11
CHEF SERV PR	: 4,3,3,2
CHEF APV T1	: 7,6,6,6
ATT TECH DEE DA	: 2,3,3,3
RESP APV FRANCE	: 1,2,2,2
ATT TECH DAI	: 3,4,5,5

POUR CES FONCTIONS DONNEZ LES PONDÉRATIONS POUR CHAQUE PÉRIODE :

OCPR T2	: 1,2,4
CHEF APV T3	: 1,2,4
OCPR T1	: 1,2,4
CHEF APV T2	: 1,2,4
CHEF SERV PR	: 1,2,4
CHEF APV T1	: 1,2,4
ATT TECH DEE DA	: 1,2,4
RESP APV FRANCE	: 1,2,4
ATT TECH DAI	: 1,2,4

AVEZ-VOUS DES CONTRAINTES ? NON

TABLEAUX DES MOUVEMENTS

	PÉRIODE 1	PÉRIODE 2	PÉRIODE 3
DE ENTRÉE VERS			
OCPR T2	0	0	0
CHEF APV T3	1	0	0
RESP APV FRANCE	1	0	0
DE OCPR T2 VERS			
CHEF APV T3	0	0	1
OCPR T1	0	0	0
CHEF APV T2	1	0	0
DE CHEF APV T3 VERS			
OCPR T2	0	0	0
CHEF APV T2	0	0	0
DE OCPR T1 VERS			
CHEF APV T2	0	1	0
CHEF SERV PR	0	0	0
DE CHEF APV T2 VERS			
SORTIE	0	0	0
CHEF APV T1	0	0	0
ATT TECH DAI	1	1	0
DE CHEF SERV PR VERS			
CHEF APV T2	1	0	1
CHEF APV T1	0	0	0
DE CHEF APV T1 VERS			
SORTIE	0	0	0
ATT TECH DEE DA	1	0	0
DE ATT TECH DEE DA VERS			
SORTIE	0	0	0
DE RESP APV FRANCE VERS			
SORTIE	0	0	0
ATT TECH DEE DA	0	0	0
DE ATT TECH DAI VERS			
CHEF APV T1	0	0	0

TABLEAU DES EFFECTIFS

	INITIAL	PÉRIODE 1	PÉRIODE 2	PÉRIODE 3
OCPR T2				
PRÉVU	8	7	7	6
RÉALISÉ	8	7	7	6
CHEF APV T3				
PRÉVU	10	11	11	12
RÉALISÉ	10	11	11	12
OCPR T1				
PRÉVU	4	4	3	3
RÉALISÉ	4	4	3	3
CHEF APV T2				
PRÉVU	9	10	10	11
RÉALISÉ	9	10	10	11
CHEF SERV PR				
PRÉVU	4	3	3	2
RÉALISÉ	4	3	3	2
CHEF APV T1				
PRÉVU	7	6	6	6
RÉALISÉ	7	6	6	6
ATT TECH DEE DA				
PRÉVU	2	3	3	3
RÉALISÉ	2	3	3	3
RESP APV FRANCE				
PRÉVU	1	2	2	2
RÉALISÉ	1	2	2	2
ATT TECH DAI				
PRÉVU	3	4	5	5
RÉALISÉ	3	4	5	5

COM BOUCLE

AVEZ-VOUS DES CONTRAINTES ? OUI
DONNEZ LE FLUX MAXIMUM ADMIS PAR ARC
SOUS LA FORME : FONCTION 1, FONCTION 2, PÉRIODE, CONTRAINTE
APRÉS LE ? TAPPEZ OUI SI VOUS AVEZ UN ARC, NON DANS LE CAS CONTRAIRE
? OUI
: ENTRÉE, RESP APV FRANCE, 1,0
? OUI
: OCPR T2, CHEF APV T3,3,0
? OUI
: CHEF APV T2, ATT TECH DAI, 2,0
? NON
MODIFICATION EFFECTIF EN ENTRÉE ? NON
MODIFICATION D'UNE PONDÉRATION ? NON

TABLEAUX DES MOUVEMENTS

	PÉRIODE 1	PÉRIODE 2	PÉRIODE 3
DE ENTRÉE VERS			
OCPR T2	1	0	0
CHEF APV T3	1	0	1
RESP APV FRANCE	0	1	0
DE OCPR T2 VERS			
CHEF APV T3	0	0	0
OCPR T1	0	0	0
CHEF APV T2	2	0	1
DE CHEF APV T3 VERS			
OCPR T2	0	0	0
CHEF APV T2	0	0	0
DE OCPR T1 VERS			
CHEF APV T2	0	1	0
CHEF SERV PR	0	0	0
DE CHEF APV T2 VERS			
SORTIE	0	1	1
CHEF APV T1	0	0	0
ATT TECH DAI	2	0	0
DE CHEF SERV PR VERS			
CHEF APV T2	1	0	1
CHEF APV T1	0	0	0
DE CHEF APV T1 VERS			
SORTIE	0	0	0
ATT TECH DEE DA	1	0	0
DE ATT TECH DEE DA VERS			
SORTIE	0	0	0
DE RESP APV FRANCE VERS			
SORTIE	0	0	0
ATT TECH DEE DA	0	0	0
DE ATT TECH DAI VERS			
CHEF APV T1	0	0	0

TABLEAU DES EFFECTIFS

	INITIAL	PÉRIODE 1	PÉRIODE 2	PÉRIODE 3
OCPR T2				
PRÉVU	8	7	7	6
RÉALISÉ	8	7	7	6
CHEF APV T3				
PRÉVU	10	11	11	12
RÉALISÉ	10	11	11	12
OCPR T1				
PRÉVU	4	4	3	3
RÉALISÉ	4	4	3	3
CHEF APV T2				
PRÉVU	9	10	10	11
RÉALISÉ	9	10	10	11
CHEF SERV PR				
PRÉVU	4	3	3	2
RÉALISÉ	4	3	3	2
CHEF APV T1				
PRÉVU	7	6	6	6
RÉALISÉ	7	6	6	6
ATT TECH DEE DA				
PRÉVU	2	3	3	3
RÉALISÉ	2	3	3	3
RESP APV FRANCE				
PRÉVU	1	2	2	2
RÉALISÉ	1	1	2	2
ATT TECH DAI				
PRÉVU	3	4	5	5
RÉALISÉ	3	5	5	5