

# C. R. E. D. E. L.

Research papers

Travaux de recherches

GOAL PROGRAMMING  
ET DECISIONS FINANCIERES

par

Albert CORHAY  
8201

Centre de Recherches Economiques  
et Démographiques  
de Liège

UNIVERSITÉ DE LIÈGE AU SART-TILMAN  
7, BOULEVARD DU RECTORAT, 4000 LIÈGE



GOAL PROGRAMMING  
ET DECISIONS FINANCIERES

par

Albert CORHAY  
6201



GOAL PROGRAMMING ET DECISIONS FINANCIERES

Albert CORHAY

Assistant à l'Université de Liège  
Service d'analyse financière  
Ecole d'Administration des affaires

L'auteur remercie MM. les Professeurs DE BRUYN et BRAGARD,  
ainsi que M. MICHEL, Premier Assistant, pour leurs conseils  
et leurs commentaires.

Cette étude fait partie du programme de recherche 1625 P01  
subsidé par le "Collège interuniversitaire d'Etudes Doctorales  
dans les Sciences du Management".

## Goal Programming et décisions financières

Le Goal Programming, méthode mathématique développée par Charnes et Cooper [2] et permettant d'obtenir une solution d'un problème à objectifs multiples, peut se révéler utile comme outil d'aide à la décision en matière financière dans les entreprises.

Les gestionnaires sont en effet amenés à se fixer un ensemble de valeurs idéales à atteindre que nous appellerons cibles, par exemple, un niveau donné de marge bénéficiaire, d'activité, d'endettement, de fonds de roulement, et de besoins en fonds de roulement. A partir d'une structure financière donnée et des différentes cibles et contraintes formulées par les gestionnaires, cibles qui peuvent être accessibles ou non, le Goal Programming conduit à un ensemble de décisions financières permettant d'atteindre une structure financière résultant de l'application de cette méthode.

Il est certes possible d'utiliser la Programmation Linéaire à un seul objectif pour résoudre des problèmes à objectifs multiples en choisissant une cible comme fonction objectif et en utilisant les autres cibles comme contraintes. Cette façon de faire ne va pas toujours sans difficultés. Assimiler certaines cibles à des contraintes implique que ces dernières soient toujours atteintes. Il en résulte que si deux d'entre elles sont incompatibles, le problème n'aura pas de solution. Encore faut-il savoir a priori quelles sont les cibles qui doivent être assimilées à des contraintes et quelle est celle qui doit se trouver dans la fonction objectif ?

On peut relever dans la littérature un grand nombre d'applications du Goal Programming à divers problèmes de nature très

différente (1). En comptabilité et en finance d'entreprise on rencontre quelques applications (2), notamment dans le domaine de la comptabilité analytique (analyse du point-mort et structure des coûts) et du choix des investissements.

Notre étude est organisée de la façon suivante : dans une première section nous présentons la technique du Goal Programming. Nous introduisons ensuite dans une deuxième section le concept de représentation matricielle des comptes, indispensable pour l'application du Goal Programming à la comptabilité et à la finance d'entreprise. Enfin la troisième section est consacrée au développement de notre programme qui permet à tout gestionnaire d'appliquer très aisément le Goal Programming au cas particulier de son entreprise, tout en lui laissant beaucoup de liberté en ce qui concerne le choix des contraintes et des cibles. Un exemple d'utilisation de ce programme termine cette section.

---

(1) IGNIZIO [3] a établi un relevé des applications du Goal Programming dans tous les domaines.

(2) Pour avoir plus de détails à ce sujet le lecteur peut consulter LIN [6].

## SECTION I. Présentation du Goal Programming, sa formulation

Découvrons le Goal Programming au travers d'un exemple de Programmation Linéaire, exemple que nous modifierons pour l'adapter au cas multiobjectif.

Soit une entreprise qui fabrique deux produits A et B. Le bénéfice réalisé sur la vente d'une unité de A est de 3 F tandis que celui réalisé sur la vente d'une unité de B est de 4 F. D'autre part, le service commercial de l'entreprise estime qu'il ne peut écouler quotidiennement sur la marché que 40 unités du produit A et 75 du produit B. Il s'agit de trouver la combinaison de ces deux produits qui procure le profit maximum.

Soit  $x_1$  le nombre d'unités du produit A à produire par jour et soit  $x_2$  le nombre d'unités du produit B. Ce problème se formule en Programmation Linéaire de la façon suivante :

Trouver  $x_1$  et  $x_2$  de façon à maximiser

$$Z = 3 x_1 + 4 x_2$$

soumis aux contraintes

$$x_1 \leq 40$$

$$x_2 \leq 75$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Le profit maximum (420) est atteint pour  $x_1 = 40$  et  $x_2 = 75$ .

Supposons maintenant que cette entreprise ne cherche plus à maximiser son profit mais plutôt à atteindre un certain niveau de profit (400), et que de surcroît elle cherche à minimiser ses consommations de matière première dont le montant cible, qu'elle ne



veut pas dépasser, est 100. Une unité de A ou de B étant fabriquée à partir d'une unité de matière première.

Ces deux cibles sont incompatibles, il n'existe pas dans l'ensemble des programmes réalisables, de point dont la valeur pour la première fonction est 400 et la valeur pour la deuxième est 100.

Via la Programmation Linéaire à un seul objectif, ce problème peut être résolu de deux façons :

- 1) soit on maximise le profit tout en ne dépassant pas 100 de consommation

solution :  $X_1 = 25$        $X_2 = 75$   
 profit maximum = 375  
 consommation = 100

- 2) soit on minimise la consommation tout en exigeant un profit de 400

solution :  $X_1 = 33.333...$        $X_2 = 75$   
 profit = 400  
 consommation = 103.333

Les deux solutions sont différentes et existent dans ce cas particulier. Si la cible de profit est préférée à la cible de consommation, la deuxième solution est retenue. Dans le cas inverse, c'est la première solution qui est retenue. Il apparaît donc qu'il est difficile, surtout dans les problèmes plus complexes où le nombre de variables structurelles ( $X_j$ ,  $j = 1, 2$  dans notre exemple), de cibles et de contraintes est plus élevé, de savoir a priori quelle formulation il faut retenir (en existe-t-il même une ?).

Le Goal Programming constitue en le remplacement de ce problème à 2 objectifs par le problème de Programmation Linéaire suivant :

Trouver  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y_1^+$ ,  $Y_1^-$ ,  $Y_2^+$  et  $Y_2^-$

de façon à minimiser

$$Z = Y_1^+ + Y_1^- + Y_2^+ + Y_2^-$$

et de telle façon que

$$3 X_1 + 4 X_2 + Y_1^- - Y_1^+ = 400$$

$$X_1 + X_2 + Y_2^- - Y_2^+ = 100$$

$$X_1 \leq 40$$

$$X_2 \leq 75$$

$$X_1, X_2, Y_1^+, Y_1^-, Y_2^+, Y_2^- \geq 0$$

où  $Y_j^+$  est une variable qui exprime un écart positif par rapport à la cible  $j$ ,

et  $Y_j^-$  est une variable qui exprime un écart négatif par rapport à la cible  $j$ .

Ces deux écarts se définissent de la manière suivante :

$$Y_j^+ \times Y_j^- = 0$$

$$Y_j^+, Y_j^- \geq 0$$

$$3 X_1 + 4 X_2 - 400 = Y_1^+ - Y_1^-$$

$$X_1 + X_2 - 100 = Y_2^+ - Y_2^-$$

Ces équations montrent que l'une de ces variables d'écart doit être nulle, que toutes deux sont non négatives et qu'elles mesurent la divergence par rapport à la cible. Il n'est pas nécessaire de faire apparaître la première équation ( $Y_j^+ \times Y_j^- = 0$ ) dans les contraintes du problème du fait que l'algorithme du simplexe nous garantit que l'une au moins des deux variables d'écart  $Y_j^+$  ou  $Y_j^-$  sera toujours nulle (1).

Pour passer de la Programmation Linéaire à objectifs multiples au Goal Programming, il faut transformer chaque fonction objectif en une contrainte à l'aide de la cible, et définir pour chacune de celles-ci des variables d'écart  $Y^+$  et  $Y^-$ , qui mesurent la différence entre le résultat obtenu et le résultat désiré ou cible. Il suffit alors de prendre comme fonction objectif la somme de ces variables d'écart, et de traiter le problème au moyen de la Programmation Linéaire à un seul objectif.

La solution choisie en Goal Programming est celle qui minimise la somme des écarts aux cibles en valeur absolue. Le Goal Programming fournit donc un compromis entre la notion de "satisfaction" et celle d'"optimisation"; chaque cible sera atteinte de manière satisfaisante et non nécessairement de manière optimale, dans la mesure où cet optimum ne pourrait être atteint qu'au détriment d'une ou plusieurs autres cibles.

Nous avons fait intervenir dans la fonction objectif deux variables d'écart,  $Y_j^+$  et  $Y_j^-$ , chacune affectée d'un même poids. Ainsi tout écart par rapport à la cible, qu'il soit positif ou négatif, exprime un regret, le but étant d'atteindre exactement

---

(1) Le lecteur peut en trouver une démonstration chez Ijiri [4] et Charnes et Cooper [2].

la cible. Or, il arrive fréquemment, et c'est le cas de notre exemple, qu'on se trouve en face d'objectifs qui ne visent pas à atteindre exactement une cible mais plutôt une valeur de préférence supérieure ou inférieure à la cible. Dans ce cas il est inutile de minimiser les deux variables d'écart, il suffit d'écartier l'une ou l'autre de la fonction objectif. On peut encore envisager d'autres solutions telles que la minimisation d'un écart et la maximisation de l'autre (1) ...

De même, on peut désirer accorder plus d'importance à un écart qu'à l'autre, il suffit dans ce cas d'affecter l'une ou l'autre variable d'écart d'un coefficient de pondération.

Dès lors, la fonction objectif dans notre exemple peut être réécrite comme suit :

$$\text{Minimiser } Z = Y_1^- + Y_2^+$$

Pour le profit, seul l'écart négatif est pénalisé, tandis que pour la consommation de matière première, seul l'écart positif est pénalisé.

Le fait de pouvoir inclure ou non l'une ou l'autre variable d'écart dans la fonction objectif permet :

- de maximiser un objectif;
- de minimiser un objectif;
- d'atteindre exactement une cible;
- d'atteindre au moins une cible minimum;
- d'atteindre au plus une cible maximum.

---

(1) Pour plus de renseignements à ce sujet nous invitons le lecteur à consulter Ijiri [6] qui a établi et commenté la liste des différentes combinaisons possibles des variables d'écart dans la fonction objectif.

Tel que nous l'avons formulé, le Goal Programming ne donne pas de priorité à l'une ou l'autre cible. La solution satisfaisante "optimale" retenue ne dépendra que des distances en valeur absolue par rapport aux cibles, sans tenir compte des priorités de ces dernières et des différences d'échelle de grandeur qui peuvent exister entre les écarts. Il est possible d'établir une structure de priorité et de pondération des cibles pour tenir compte de ces différences. La plupart des auteurs, dont Ijiri [4], attribuent aux variables d'écart un facteur de priorité préemptive qui permet de classer une cible selon son rang de réalisation. Les cibles dont le rang est élevé étant toujours atteintes avant les autres de rang plus faible. D'autre part, vu qu'il faut encore pouvoir pondérer les cibles appartenant à un même rang de réalisation en fonction de leur importance et de leur différence d'échelle de grandeur, un facteur de pondération est également appliqué à leurs variables d'écart. Cela permet de contrôler la mesure avec laquelle une cible peut être atteinte au détriment des autres cibles conflictuelles ou incompatibles de même rang.

Admettons que les deux cibles de notre exemple aient le même rang de réalisation, c'est-à-dire qu'aucune des deux ne doit absolument être atteinte de manière optimale avant l'autre, et appliquons leur un coefficient de pondération.

Si le coefficient de pondération de la variable d'écart de la cible de consommation n'est pas trois fois supérieur au coefficient de pondération de la cible de profit, cette dernière sera atteinte (1). Si il lui est trois fois supérieur, la cible de consommation sera atteinte. La solution satisfaisante retenue sera ainsi une des deux solutions vues précédemment.

D'une manière générale, le problème linéaire à objectifs multiples suivent :

---

(1) Au niveau 100 de production, augmenter la production d'une unité augmente le profit de 3 francs.

Maximiser  $f_1(X_i), f_2(X_i), \dots, f_m(X_i)$

soumis aux contraintes

$$\sum g_{ik} X_i \leq \text{ou} \geq b_k \quad \text{pour tout } k = 1, \dots, p$$

$$X_i \geq 0 \quad \text{pour tout } i = 1, \dots, n$$

s'écrit en Goal Programming :

Minimiser  $Z = h_1(Y^-, Y^+) + h_2(Y^-, Y^+) + \dots + h_r(Y^-, Y^+)$

de telle façon que :

$$\sum_{i=1}^n f_{ij} X_i - Y_j^+ + Y_j^- = c_j \quad \text{pour tout } j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n g_{ik} X_i \leq \text{ou} \geq b_k \quad \text{pour tout } k = 1, \dots, p$$

$$X_i \geq 0 \quad \text{pour tout } i = 1, \dots, n$$

$$Y_j^+, Y_j^- \geq 0 \quad \text{pour tout } j = 1, \dots, m$$

où  $h_r(Y^-, Y^+)$  est une fonction des variables d'écart associées aux cibles dont le rang de réalisation est  $r$ .

$\sum_{i=1}^n f_{ij} X_i$  est l'objectif  $j$

$c_{ij}$  est la cible de l'objectif  $j$

$Y_j^+, Y_j^-$  sont les variables d'écart par rapport à la cible  $j$

$\sum_{i=1}^n g_{ik} X_i$  est la contrainte  $k$

$b_k$  est la disponibilité de la contrainte  $k$ .

## SECTION II. Représentation matricielle des comptes

La comptabilité matricielle est une méthode de comptabilité issue de la théorie matricielle input-output fondée par W. Léontief. C'est une technique particulière de l'enregistrement des flux comptables qui présente l'avantage par rapport à la comptabilité traditionnelle qui est principalement une comptabilité de contrôle, de mettre l'accent sur une comptabilité décisionnelle en mettant directement en évidence le total des flux comptables entre deux comptes financiers. De plus la représentation matricielle des comptes a l'avantage de pouvoir être manipulée facilement par des algorithmes mathématiques, dont notamment le Goal Programming. La comptabilité matricielle peut donc être plus aisément utilisée en tant qu'outil de gestion que la comptabilité traditionnelle.

Le type de représentation matricielle que nous utilisons est celui du tableau d'étalement (1).

Le tableau d'étalement est un tableau carré dont chaque élément est la somme des flux entre deux comptes financiers sur une période donnée. En tête des lignes et des colonnes de ce tableau se trouve une suite de comptes financiers. Les colonnes expriment les crédits et les lignes les débits. Ainsi tout montant se trouvant à l'intersection d'une ligne et d'une colonne est simultanément crédité du compte en tête de la colonne et débité du compte en tête de la ligne.

Prenons un exemple : soit le bilan simplifié suivant décrivant la situation d'une entreprise au début d'un exercice.

---

(1) Il existe une autre représentation matricielle qu'est le tableau d'incidence. Ijiri a appliqué ces deux représentations au cas comptable.

Bilan

<u>Actif</u>				<u>Passif</u>		
I	Immobilisé	20		K	Capital	25
S	Stocks	12		E	Dettes d'exploitation	15
C	Caisse	18		F	Exigible financier	10
Total				Total		50
		50				50

Comptabilisons maintenant les opérations suivantes effectuées dans le courant de l'exercice :

- 1) Investissement en immobilisé financé par une augmentation de capital :  $X_{IK} = 5$
- 2) Achats de matières dont le montant reste dû aux fournisseurs :  $X_{SE} = 9$
- 3) Achats de matières payés par la caisse :  $X_{SC} = 4$
- 4) Paiements des fournisseurs par la caisse :  $X_{EC} = 3$
- 5) Emprunts à court terme :  $X_{CF} = 6$
- 6) Ventes :  $X_{CS} = 15$

Le tableau d'étalement pour ces opérations se présente comme suit :

	I	S	C	K	E	F	total des débits
I	0	0	0	5	0	0	5
S	0	0	4	0	9	0	13
C	0	15	0	0	0	6	21
K	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	3	0	0	0	3
F	0	0	0	0	0	0	0
Total des crédits	0	15	7	5	9	6	42



On peut inscrire dans une colonne supplémentaire la somme des montants qui ont été débités pour chaque compte avec tous les autres comptes, c'est-à-dire la somme des montants se trouvant sur une même ligne. De même on peut inscrire dans une ligne supplémentaire la somme des montants qui ont été crédités pour chaque compte avec tous les autres comptes.

Pour trouver le montant d'un compte en fin d'exercice, il suffit de calculer la différence entre la somme des montants débités en ligne de ce compte et la somme des montants crédités en colonne, différence que l'on ajoute au montant initial de ce compte si ce dernier est un compte de l'actif ou que l'on soustrait si c'est un compte du passif.

Dans notre exemple le bilan en fin d'exercice est le suivant :

<u>Actif</u>		<u>Passif</u>	
I Immobilisé	: $20 + (5 - 0) = 25$	K Capital	: $25 - (0 - 5) = 30$
S Stocks	: $12 + (13 - 15) = 10$	E Dettes d'exploitation	: $15 - (3 - 9) = 21$
C Caisse	: $18 + (21 - 7) = 32$	F Exigible financier	: $10 - (0 - 6) = 16$
<hr/>		<hr/>	
Total	67	Total	67

Il est évident que certaines opérations entre comptes n'existent pas, en ce cas la valeur de l'élément correspondant dans le tableau d'étalement sera toujours nulle. De même les éléments se trouvant sur la diagonale ne sont pas intéressants étant donné qu'ils ne peuvent représenter que des transferts intracomptes et que de ce fait ils n'ont aucun impact sur les montants des comptes, ils seront donc également toujours nuls.

Dans la suite nous appelons les éléments du tableau d'étalement variables d'étalement. C'est sur ces éléments que le Goal Programming va agir, en en déterminant les montants, pour atteindre les cibles. Ces variables d'étalement correspondent aux variables structurelles  $X_1$  du modèle de Goal Programming. Il est possible

d'exprimer des cibles et des contraintes sous forme d'une fonction de ces variables d'étalement.

Exprimons dans notre exemple simplifié les deux contraintes suivantes :

- 1) montant des stocks en fin d'exercice  $\leq 25$
- 2) caisse / exigible financier  $\geq 0.5$

Ces contraintes s'écrivent :

$$1) S_{\text{initial}} + X_{SC} + X_{SE} - X_{CS} \leq 25$$

$$\text{ou } X_{SC} + X_{SE} - X_{CS} \leq 25 - S_{\text{initial}}$$

$$2) (C_{\text{initial}} + X_{CS} + X_{CF} - X_{SC} - X_{EC}) / (F_{\text{initial}} + X_{CF}) \geq 0.5$$

$$\text{ou } X_{CS} + (1-0.5) X_{CF} - X_{SC} - X_{EC} \geq 0.5 (F_{\text{initial}} - C_{\text{initial}})$$

Pour construire le tableau d'étalement qui est utilisé dans cette étude, nous avons repris 19 comptes représentant les principaux agrégats bilantaires ainsi que les principaux types de frais. La liste de ces comptes est reprise dans la figure 1 ci-après.

Nous retrouvons tous les flux entre ces comptes dans le tableau d'étalement de la figure 2. Seules les 50 opérations les plus intéressantes ont été reprises. Tout agrégat comptable et par la même occasion tout ratio faisant intervenir des agrégats comptables peuvent être exprimés comme une fonction linéaire de ces 50 variables d'étalement. Il est ainsi possible via ces ratios et ces agrégats de définir des cibles et des contraintes.

Figure 1 : Liste des comptes en tête des lignes et des colonnes  
du tableau d'étalement

- 1) I1 Matériel et outillage
- 2) I2 Autre immobilisé (non directement lié à l'exploitation)
- 3) S Stocks
- 4) R1 Réalisable d'exploitation
- 5) R2 Autre réalisable
- 6) D Disponible
- 7) C Capital
- 8) P Frais de personnel
- 9) X Frais extérieurs
- 10) DA Dotations aux amortissements
- 11) F Frais financiers
- 12) I Impôts
- 13) V Valeur de la production
- 14) L Dettes à long terme
- 15) A1 Amortissements sur matériel et outillage
- 16) A2 Amortissements sur autre immobilisé
- 17) E1 Exigible d'exploitation
- 18) E2 Autre exigible
- 19) E3 Exigible financier



SECTION III.      Présentation du programme général d'application  
du      Goal Programming à la comptabilité et à la  
finance d'entreprise - Un exemple

---

La difficulté principale lors de l'application du Goal Programming à un problème comptable ou financier réside dans le fait que pour chaque cas particulier et chaque fois que l'on désire modifier des cibles ou des contraintes il faut recalculer les éléments du modèle de Goal Programming ( $h_1 \dots h_r$ ,  $f_{ij}$ ,  $g_{ik}$ ,  $c_j$  et  $b_k$ ).

Il nous a paru donc utile d'élaborer un programme tel qu'il soit facile à tout utilisateur de construire un modèle de Goal Programming propre à son cas particulier.

Ainsi pour définir une contrainte ou une cible l'utilisateur doit simplement donner successivement les intitulés du numérateur et du dénominateur du ratio qui exprime soit la contrainte, soit la cible. Intitulés qu'il peut choisir dans une liste de 39 postes et agrégats comptables divers (annexe 1) (1). Lorsqu'il s'agit d'un agrégat, il suffit de le considérer comme un ratio dont le dénominateur est égal à 1. Le programme se charge de représenter cette cible ou cette contrainte ainsi spécifiée en fonction des 50 variables d'étalement. Il se charge également de créer des variables d'écart ainsi que d'inclure dans la fonction objectif celles qui y sont nécessaires selon le type de la cible. Pour ce faire il faut néanmoins que l'utilisateur fournisse encore pour chaque cible ou contrainte d'autres renseignements, à savoir :

- le coefficient des variables d'écart dans la fonction objectif, coefficient qui exprime la priorité et la pondération de chaque cible. Ce coefficient est nul pour une contrainte.
- la valeur cible ou la disponibilité selon le cas.
- le signe d'égalité ou d'inégalité. C'est ce dernier qui permet au programme de décider, en ce qui concerne les cibles, quelles sont les variables d'écart qui doivent intervenir dans la fonction objectif.

---

(1) Il faudra cependant veiller à bien respecter l'orthographe prescrite de l'intitulé sans quoi le programme ne pourra jamais le reconnaître.

Outre les contraintes et les cibles sous forme de ratio ou d'agrégat, il nous a paru nécessaire d'inclure la possibilité d'exprimer des contraintes et des cibles directement sur les variables d'étalement, ce qui permet d'effectuer un contrôle direct sur les flux ou opérations entre comptes.

Il faut également signaler que du fait que les contraintes de non-négativité ne s'appliquent qu'aux variables structurelles  $X_1$ , nous avons incorporé dans le programme toute une série de contraintes automatiques, permettant d'éviter que les divers postes bilantaires deviennent négatifs, et que les amortissements deviennent supérieurs au montant brut des immobilisés auxquels ils se rapportent.

Dans l'ensemble les informations que doit fournir l'utilisateur sont :

- 1) les données initiales du problème, c'est-à-dire les montants des comptes bilantaires de l'exercice initial;
- 2) la partie fixe et le coefficient de la partie variable des frais de personnel et des frais extérieurs. Nous avons en effet considéré que ces deux types de frais pouvaient se décomposer d'une part en une partie fixe, et d'autre part en une partie variable fonction du chiffre d'affaires. En ce qui concerne les autres types de frais, ils n'ont pas de partie fixe, il suffit donc de les considérer comme des contraintes normales avec un signe d'égalité;
- 3) les cibles et les contraintes avec leur coefficient de pondération, leur valeur cible ou disponibilité et leur signe d'égalité ou d'inégalité.

#### Exemple d'utilisation du programme

Nous avons utilisé le programme pour déterminer les décisions financières qui modifient la structure financière d'une entreprise de façon à atteindre cinq cibles tout en respectant un ensemble de contraintes issues pour la plupart de chiffres se rapportant à d'autres exercices. Le bilan initial qui va être modifié se trouve à l'annexe 2.

Il s'agit du bilan de l'exercice social 1973 d'une entreprise du secteur de la construction qui a fait faillite dans le courant de l'exercice suivant.

Nous allons d'abord procéder au calcul des différents types de frais qui interviennent en tant que contraintes. Nous spécifierons ensuite les cinq cibles poursuivies ainsi que les autres contraintes de ce problème avant de passer à la solution satisfaisante "optimale" retenue par le Goal Programming.

#### A. Calcul des différents types de frais

En ce qui concerne les frais de personnel et les frais extérieurs nous avons établi, sur base des données d'autres exercices, la partie fixe des premiers à 2.000.000 et celle des deuxièmes à 0. Quant à leur partie variable, elle est égale à 0,55 fois le chiffre d'affaires pour les frais de personnel, et à 0,20 fois le chiffre d'affaires pour les frais extérieurs.

Pour le calcul des autres frais, nous avons élaboré les contraintes suivantes :

- les achats de matières sont égaux à 0,10 fois le chiffre d'affaires  
*Achats / Chiffre affaires = 0.10*
- les dotations aux amortissements sont égales à 12% de l'immobilisé total brut.  
*Dot amortissement / Immobilisé total brut = 0.12*
- les frais financiers sont égaux à 8% de l'ensemble des dettes quelle que soit leur origine  
*Frais financiers / Dettes totales = 0.08*
- les impôts sont égaux à 50% du bénéfice net courant avant impôt  
*Impôts / Bénéfice net ort av impôt = 0.50*

Pour simplifier, nous n'avons envisagé qu'un seul taux d'amortissement et un seul taux d'intérêt, mais cette simplification ne nuit pas à la généralisation du modèle.

### B. Cibles poursuivies

- 1) Conserver un certain niveau de bénéfice par rapport au chiffre d'affaires  

$$\text{Ben net crt av impôt} / \text{chiffre affaires} \geq 0.02$$
 facteur de priorité et de pondération : 1000
- 2) Diminuer le niveau de l'endettement à court terme par rapport aux capitaux permanents  

$$\text{Dettes et totales} / \text{capitaux permanents} \leq 10$$
 facteur de priorité et de pondération : 120
- 3) Améliorer le fonds de roulement  

$$\text{capitaux permanents} / \text{immob total net} \geq 0.4$$
 facteur de priorité et de pondération : 50
- 4) Limiter les besoins en fonds de roulement engendrés par le retard des paiements des clients  

$$\text{chiffre d'affaires} / \text{Real exploitation} \geq 5$$
 facteur de priorité et de pondération : 10
- 5) Conserver un certain niveau de rotation des immobilisés bruts  

$$\text{chiffre d'affaires} / \text{Immob total brut} \geq 2.4$$
 facteur de priorité et de pondération : 10

### C. Contraintes

L'algorithme du Goal Programming va essayer d'atteindre ces différentes cibles. Il ne faut cependant pas perdre de vue que ces cibles ne peuvent être atteintes par n'importe quel moyen, c'est-à-dire qu'il faut tenir compte d'autres éléments tels que le potentiel, les caractéristiques et le type d'activité de l'entreprise. Bref, il faut que les modifications suggérées par le Goal



Programming puissent être le reflet d'une situation réalisable pour l'entreprise. On est ainsi amené à spécifier un ensemble de contraintes notamment sur le chiffre d'affaires, les investissements, les variations du capital, ainsi que sur la plupart des autres postes du bilan, de façon à ce que le bilan et le compte de résultat satisfaisants retenus ne présentent des modifications, par rapport à la situation de départ, qui soient indésirables ou irréalisables.

Trouver un bilan et un compte de résultat "optimaux" n'est pas encore suffisant. Il faut en effet vérifier dans le tableau d'étalement optimal si les montants des variables d'étalement déterminés par le Goal Programming reflètent aussi des flux comptables résultant d'opérations réalisables. C'est pourquoi, il faut également spécifier des contraintes directement sur les flux comptables, et ce de manière le plus souvent itérative, jusqu'à arriver à un tableau d'étalement satisfaisant réalisable.

Dans notre exemple nous avons été amenés à établir les deux séries de contraintes suivantes :

1) Contraintes sur les postes du bilan et du compte de résultat

chiffre affaires  $\leq 72.000.000$   
 chiffre affaires  $\geq 54.000.000$   
 actif net  $\leq 35.000.000$   
 materiel brut  $\geq 26.548.000$   
 capital  $\leq 2.000.000$   
 capital  $\geq 1.000.000$   
 autre immob brut = 310.000  
 disponible  $\geq 500.000$   
 dettes à long terme  $\leq 3.000.000$   
 stocks  $\geq 3.000.000$   
 real autre  $\geq 5.000.000$   
 real exploitation  $\geq 10.000.000$   
 exig financier  $\geq 1.500.000$   
 exig exploitation  $\geq 10.000.000$   
 valeur ajoutée / chiffre affaires  $\geq 0.7$   
 amort materiel / materiel brut  $\leq 0.7$   
 amort autre immob / autre immob  $\leq 0.95$

2) Contraintes directes sur les variables d'étalement (voir figure 2)

$$X(11) = 2.000.000$$

$$X(16) \leq 2.000.000$$

$$X(30) \leq 1.000.000$$

$$X(32) \leq 1.000.000$$

$$X(33) = 3.000.000$$

$$X(34) \leq 1.000.000$$

$$X(36) \leq 1.000.000$$

$$X(37) \leq 5.000.000$$

$$X(41) \leq 1.000.000$$

$$X(47) \geq 3.000.000$$

$$X(48) \leq 1.000.000$$

#### D. Solution proposée par le Goal Programming

Le bilan, le compte de résultat et le tableau d'étalement "optimaux", ainsi que les valeurs atteintes par les objectifs et les contraintes sont repris dans les annexes 3, 4 et 5.

Dans le bilan on remarque que l'exigible à court terme a fortement baissé. Cette diminution est partiellement compensée par une augmentation des capitaux permanents, due conjointement à un emprunt à long terme, une augmentation du capital ainsi qu'à l'incorporation du bénéfice net courant après impôt dans les réserves.

Du côté de l'actif les montants des postes des capitaux circulants ont baissé et les immobilisés nets ont diminué du fait de l'importance croissante des amortissements.

En ce qui concerne les cibles, toutes ont été atteintes. Il faut évidemment remarquer que le nombre de cibles n'était pas élevé, et qu'à posteriori il apparaît qu'elles ne sont pas conflictuelles.

Le plus important sans doute pour le gestionnaire est d'analyser le tableau d'étalement "optimal", puisque c'est ce dernier qui permet de voir quelles sont les décisions financières à prendre en vue d'atteindre les cibles.

### Conclusion

Cet exemple simple, mais réel, a illustré la façon d'utiliser notre programme d'application du Goal Programming à la comptabilité et à la finance d'entreprise. Il apparaît donc que grâce à ce dernier, le Goal Programming peut être facilement utilisable pour traiter des problèmes financiers. Le Programme permet en outre d'exploiter au mieux les avantages du Goal Programming. Ainsi chaque cas particulier peut être traité facilement, sans que cela nécessite un traitement propre, quel que soit le nombre de cibles et de contraintes, et dans un délai assez rapide. Il en est de même pour les analyses de sensibilité; modifier la priorité d'une cible, son montant ou celui d'une contrainte ne nécessite pas beaucoup d'intervention de la part de l'utilisateur.

Il reste néanmoins quelques inconvénients auxquels on ne peut remédier. Un premier est qu'il faut définir de façon arbitraire le facteur de priorité et de pondération de chaque cible.

Un deuxième problème réside dans le fait qu'il faut travailler pas à pas, c'est-à-dire qu'il faut procéder de façon itérative en incorporant ou modifiant des contraintes en fonction des résultats issus de l'essai précédent, jusqu'à ce que l'on

arrive à une solution satisfaisante "optimale" qui soit réalisable et pertinente. De plus, il faut prendre certaines précautions dès le départ. Il s'agit en effet de ne pas spécifier dès le début trop de contraintes, sous peine de ne pas obtenir de solution. Il vaut mieux partir d'une solution assez simple, obtenue à partir de contraintes relativement souples; solution que l'on essaie alors d'améliorer en changeant les contraintes.

Un dernier inconvénient de l'application du Goal Programming à la comptabilité est qu'il détermine les montants totaux d'une période, et que par conséquent il ne tient pas compte et ne donne aucune indication sur l'échelonnement dans le temps des opérations qui permettent d'arriver à la solution satisfaisante "optimale" retenue. Ceci est important et il ne faut jamais le perdre de vue. Ainsi une bonne situation de liquidité en fin de période n'implique pas que la situation de liquidité a été bonne tout au long de la période, il faut tenir compte de l'échelonnement dans le temps des entrées et des sorties. Il en est de même par exemple pour le calcul de frais financiers, ceux-ci sont calculés sur base du montant total des dettes au bilan "optimal", c'est-à-dire sur le montant de fin de période, alors que dans la réalité ils sont calculés sur base des dettes de toute la période. Ce problème existera toujours quoiqu'on puisse y remédier partiellement en utilisant des périodes d'activité plus restreintes (mensuelles, hebdomadaires ou même à la limite quotidiennes).

Annexe 1 : Liste des intitulés des postes et des agrégats  
comptables pouvant intervenir dans les cibles  
et les contraintes

1) <i>Chiffre affaires</i>	chiffre d'affaires
2) <i>Capital</i>	capital
3) <i>Dettes a long terme</i>	dettes à long terme
4) <i>Amort materiel</i>	amortissements sur matériel et outillage
5) <i>Amort autre immob</i>	amortissements sur autre immobilisé
6) <i>Exig exploitation</i>	exigible d'exploitation
7) <i>Exig autre</i>	exigible autre
8) <i>Exig financier</i>	exigible financier
9) <i>Matériel brut</i>	matériel et outillage brut
10) <i>Autre immob brut</i>	autre immobilisé brut
11) <i>Stocks</i>	stocks
12) <i>Real exploitation</i>	réalisable d'exploitation
13) <i>Real autre</i>	réalisable autre
14) <i>Disponible</i>	disponible
15) <i>Immob total net</i>	immobilisé total net
16) <i>Capitaux circulants</i>	capitaux circulants
17) <i>Dettes et totales</i>	dettes totales à court terme
18) <i>Dettes totales</i>	dettes totales
19) <i>Immob total brut</i>	immobilisé total brut
20) <i>Frais du personnel</i>	frais du personnel
21) <i>Frais extérieurs</i>	frais extérieurs
22) <i>Frais financiers</i>	frais financiers
23) <i>Impots</i>	impôts
24) <i>Dot amortissement</i>	dotations aux amortissements
25) <i>Achats</i>	achats
26) <i>Amort totaux</i>	amortissements totaux
27) <i>Valeur ajoutée</i>	valeur ajoutée
28) <i>Variation stocks</i>	variation des stocks
29) <i>Ben net crt av impot</i>	bénéfice net courant avant impôt
30) <i>Capitaux propres</i>	capitaux propres

31) <i>Capitaux permanents</i>	capitaux permanents
32) <i>Coût corresp CA</i>	coût correspondant au chiffre d'affaires
33) <i>Actif net</i>	actif net
34) <i>Réserves</i>	réserves
35) <i>Passif</i>	passif total
36) <i>Matériel net</i>	matériel et outillage net
37) <i>Autre immob net</i>	autre immobilisé net
38) <i>Fdr propre</i>	fonds de roulement propre
39) <i>Fdr permanent</i>	fonds de roulement permanent

Annexe 2 : Bilan initialBILAN INITIAL

<u>ACTIF</u>		:	<u>PASSIF</u>	
		:		
MATERIEL OUTILLAGE	26.548.000	:	CAPITAL	1.000.000
-AMORT MATERIEL	-12.764.000	:	RESERVES	622.000
MATERIEL NET	13.784.000	:	CAPITAUX PROPRES	1.622.000
AUTRE IMMOBILISE	310.000	:	DETTES LONG TERME	0
-AMORTISSEMENTS	-184.000	:		
AUTRE IMMOBILISE NET	126.000	:	CAPITAUX PERMANENTS	1.622.000
STOCKS	6.474.000	:		
REAL EXPLOITATION	13.355.000	:	EXIG EXPLOITATION	13.197.000
REAL AUTRE	7.375.000	:	EXIG AUTRE	23.413.000
DISPONIBLE	588.000	:	EXIG FINANCIER	3.470.000
=====				
ACTIF	41.702.000	:	PASSIF	41.702.000

Annexe 3 : Bilan et compte de résultat "optimaux"BILAN OPTIMAL

<u>ACTIF</u>		<u>PASSIF</u>	
MATERIEL OUTILLAGE	26.548.000	CAPITAL	2.000.000
-AMORT MATERIEL	-15.876.459	RESERVES	1.300.323
MATERIEL NET	10.671.541	CAPITAUX PROPRES	3.300.323
AUTRE IMMOBILISE	310.000	DETTES LONG TERME	974.306
-AMORTISSEMENTS	-294.500		
AUTRE IMMOBILISE NET	15.500	CAPITAUX PERMANENTS	4.274.629
STOCKS	5.921.112		
REAL EXPLOITATION	12.891.859	EXIG EXPLOITATION	10.000.000
REAL AUTRE	5.000.000	EXIG AUTRE	19.225.216
DISPONIBLE	499.833	EXIG FINANCIER	1.500.000
-----			
ACTIF	34.999.845	PASSIF	34.999.845

COMPTE RESULTAT

CHIFFRE AFFAIRES	64.456.400
VARIATIONS STOCKS	-552.888
PRODUCTION EXERCICE	63.903.512
-ACHATS	-6.445.640
-FRAIS EXTERIEURS	-12.891.280
VALEUR AJOUTEE	44.566.592
-FRAIS DE PERSONNEL	-37.451.022
BEN BRUT EXPLOIT	7.115.570
-DOTATION AMORT	-3.222.959
BEN NET EXPLOIT	3.892.611
-FRAIS FINANCIERS	-2.535.965
BEN NET CRT AV IMPOT	1.356.646
-IMPOTS	-678.323
BEN NET CRT AP IMPOT	678.323





Annexe 5 : Cibles et contraintes : valeurs atteintesCibles

BEN NET CRT AV IMPOT/CHIFFRE AFFAIRES		0,0210
DETTES CT TOTALES /CAPITAUX PERMANENTS		7,1878
CAPITAUX PERMANENTS /IMMOB TOTAL NET		0,4000
CHIFFRE AFFAIRES /REAL EXPLOITATION		5,0000
CHIFFRE AFFAIRES /IMMOB TOTAL BRUT		2,4000

Contraintes

FRAIS DU PERSONNEL /CHIFFRE AFFAIRES		0,5810
FRAIS EXTERIEURS /CHIFFRE AFFAIRES		0,2000
CHIFFRE AFFAIRES /1	64.456.400	
CHIFFRE AFFAIRES /1	64.456.400	
ACTIF NET /1	34.999.845	
VALEUR AJOUTEE /CHIFFRE AFFAIRES		0,6914
MATERIEL BRUT /1	26.548.000	
CAPITAL /1	2.000.000	
CAPITAL /1	2.000.000	
DETTES A LONG TERME /1	974.306	
STOCKS /1	5.921.112	
DISPONIBLE /1	499.833	
AUTRE IMMOB BRUT /1	310.000	
AMORT MATERIEL /MATERIEL BRUT		0,5980
AMORT AUTRE IMMOB /AUTRE IMMOB BRUT		0,9500
REAL AUTRE /1	5.000.000	
REAL EXPLOITATION /1	12.891.859	
ACHATS /CHIFFRE AFFAIRES		0,1000
DOT AMORTISSEMENT /IMMOB TOTAL BRUT		0,1200
FRAIS FINANCIERS /DETTES TOTALES		0,0800
IMPOTS /BEN NET CRT AV IMPOT		0,5000
EXIG FINANCIER /1	1.500.000	
EXIG EXPLOITATION /1	10.000.000	

Bibliographie

- (1) BHASKAR K., A Multiple Objective Approach to Capital Budgeting, Accounting and Business Research, 1979.
- (2) CHARNES A. et COOPER W.W., Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, John Wiley, New York, 1961.
- (3) IGNIZIO J.P., A Review of Goal Programming : A Tool for Multi-objective Analysis, Journal of the Operational Research Society, vol. 29, n° 11, 1978.
- (4) IJIRI J., Management Goal and Accounting for Control, North Holland, Amsterdam, 1965.
- (5) KILLOUGH L.N. et SOUDERS T.L., A Goal Programming Model for Public Accounting Firms, The Accounting Review, 1973.
- (6) LIN W.T., Applications of Goal Programming in Accounting, Journal of Business Finance and Accounting, 1979.
- (7) MAO J., Quantitative Analysis of Financial Decisions, Macmillan Publishing Co., New York, 1969.
- (8) SIMON H.A., Theories of Decision Making in Economics, American Economic Review, 1959.

