

T.C. GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

140020

FAALİYET TABANLI MALİYETLENDİRMEDE ZIONTS WALLENIUS  
YÖNTEMİ VE HEDEF PROGRAMLAMA İLE MALİYET SÜRÜCÜSÜ  
SEÇİMİ

(LA SELECTION DES INDUCTEURS DE COUT DANS LA METHODE ABC  
AVEC LA METHODE DE ZIONTS WALLENIUS ET PROGRAMMATION  
DE BUT)

140020

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. A.Çağrı TOLGA

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23 Mayıs 2003

Tezin Savunulduğu Tarih : 3 Haziran 2003

Tez Danışmanı : Prof. Dr. E. Ertuğrul KARSAK *E. Karay* 23/06/2003

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ziya ULUKAN *Z. Ulukan* 23/06/2003

: Doç. Dr. Cengiz KAHRAMAN *C. Kahraman* 24.06.03

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ  
BOKÜ MANTARYON BİLİMİ

HAZİRAN 2003

## Préface

À la dernière décennie, une des matières attrayantes avec un intérêt croissant est coût basé par activité (ABC) dans le contrôle de gestion. Des innovations révolutionnaires sont apportées par ABC en raison de beaucoup de domaines d'application. Trouver la meilleure évaluation, gérer la caisse et la liquidité, commander l'information de coût et soutenir la décision dans l'évaluation sont les raisons pour lesquelles les compagnies appliquent cette méthode.

Le concept de l'ABC est relativement nouveau en Turquie et ses concepts évoluent toujours. Le coût est une des parties secrètes des organisations. Les compagnies sont très rigides sur le sujet de faire utiliser les données de leur coût aux universités. Les académiciens et les compagnies doivent travailler ensemble sur l'ABC ainsi que toutes les méthodes scientifiques. Simplement avec ce point de vue, les méthodes scientifiques comme ABC pourraient se développer plus rapidement et la Turquie pourrait ajouter des travaux à la science universelle.

Je voudrais remercier mon enseignant Prof. Dr. E. Ertuğrul KARSAK pour ses aides durant ma mémoire, et ma famille pour son soutien durant ma vie. En outre, je suis endetté à mes collègues Caner Dinçer, Müjde Daragenli, Şebnem Ahıska et particulièrement à Aslı Gül Öncel pour leurs aides sur l'évolution de ce mémoire.

A.Çağrı TOLGA

20.05.2003

## Table des Matières

	Page
<b>Préface</b> .....	ii
<b>Table des Matières</b> .....	iii
<b>Liste des Figures</b> .....	v
<b>Liste des Tableaux</b> .....	vi
<b>Résumé</b> .....	vii
<b>Özet</b> .....	x
<b>1. Introduction</b> .....	1
<b>2. Les Fondements de la Méthode ABC</b> .....	4
2.1. Les Méthodes Traditionnels D'Analyse des Coûts.....	4
2.2. Les Nouveautés Apportées par la Méthode ABC .....	10
<b>3. Les Objectifs de l'ABC</b> .....	17
3.1. Histoire de l'ABC .....	17
3.2. Les Objectifs de la Méthode ABC .....	19
3.3. Les Apports de la Méthode ABC .....	21
3.3.1. <i>Une Meilleure Allocation de Coûts</i> .....	21
3.3.2. <i>L'Introduction de la Causalité</i> .....	23
3.3.3. <i>La Prise en Compte de la Notion et de Transversalité</i> .....	24
3.4. Définition des Concepts Principaux.....	26
3.5. L'utilisation Multiple pour ABC .....	33
<b>4. L'Application de la Méthode ABC</b> .....	38
<b>5. Prise de Décision Multiple Objective</b> .....	45
5.1. Introduction.....	45
5.2. La Programmation de But.....	51
5.2.1. <i>Introduction</i> .....	51
5.2.2. <i>Les Models de la Programmation de But</i> .....	54

<b>5.2.3. Les Méthodes de Solution de la Programmation de But</b> .....	<b>56</b>
5.3. Les Méthodes Interactive .....	58
5.4. La méthode de Zions et Wallenius.....	65
5.5. Un modèle intégré sur le choix des Inducteurs de Coûts .....	70
<b>6. Illustration Numérique</b> .....	<b>73</b>
<b>7. Conclusion</b> .....	<b>80</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>83</b>
<b>Biographie</b> .....	<b>86</b>



## Liste des Figures

	<b>Page</b>
<b>Figure 2-1. Les systèmes des coûts sont des systèmes d'information.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 2-2 Le changement des modèles de comportement de coût.....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 2-3 Le coût du contrôle.....</b>	<b>12</b>
<b>Figure 2-4 Niveaux d'activité et de inducteur.....</b>	<b>14</b>
<b>Figure 2-5 Informations sur l'exécution. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figure 3-1 Les Trois Phases de l'approche ABC.....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 3-2 La Vision Transversale de l'entreprise.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 3-3 Le Modèle d'ABC.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure 3-4 L'interdépendance des activités dans un processus. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 3-5 Un procédé de développement de produit à Dayton Plastiques Expulsés. .....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 3-6 Quel est ABC? .....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 3-7 Quel est ABM?.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 3-8 Pourquoi ABM?.....</b>	<b>36</b>

## Liste des Tableaux

	Page
<b>Tableau 2-1 Coût Centre: Département De Fourniture .....</b>	<b>9</b>
<b>Tableau 4-1 Les Matériaux .....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 4-2 Travail .....</b>	<b>39</b>
<b>Tableau 4-3 Coût de réception et d'inspection .....</b>	<b>40</b>
<b>Tableau 4-4 Coût de Stock .....</b>	<b>41</b>
<b>Tableau 4-5 Coût de l'achat .....</b>	<b>42</b>
<b>Tableau 4-6 Coût de la planification.....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau 6-1 Les contraintes des ressources en choisissant les inducteurs de coût.</b>	<b>75</b>
<b>Tableau 6-2 ZW avec des limitations pesées de modèle et de ressource de généraliste. ....</b>	<b>76</b>
<b>Tableau 6-3 Les Coûts Réduits pour chacun objectif .....</b>	<b>77</b>
<b>Tableau 6-4 Résultats .....</b>	<b>78</b>
<b>Tableau 6-5 Résultats pour la troisième itération .....</b>	<b>79</b>
<b>Tableau 6-6 Déviation des buts concernant les ressources.....</b>	<b>79</b>

## Résumé

Les systèmes de comptabilité analytique traditionnels ne répondaient pas aux exigences de la nouvelle ère, c'est la raison pour laquelle ABC (Activity Based Costing) est apparu. En 1986, CAM-I a fait une définition pour ABC: "une méthode qui mesure le coût et l'exécution des éléments des coûts, des activités et des ressources. Le coût des ressources est distribué sur les activités et les activités sont attribuées aux éléments du coût selon leur consommation". L'activité, ici, concerne les *processus ou procédures qui causent le travail*. De la même manière, les inducteurs de coût *sont les facteurs qui déterminent la charge de travail et l'effort nécessaires pour exécuter une activité*. La détermination des inducteurs de coût est importante en raison d'efficacité. Dans le système ABC, les inducteurs de coût ont été formés par l'intuition des experts. Après, la prise de décision multi-objective est entrée dans ce secteur en raison du manque d'uniformité. De la même manière, dans cette étude, le processus du choix d'inducteur de coût est réalisé avec une technique de la prise de décision Multi-Objective que l'on nomme aussi la programmation de but (Goal Programming). La considération des ressources de l'organisation d'une manière déterministe n'est pas possible pour les experts. Ils maintiennent dans l'esprit l'importance des ressources mais ils ne peuvent pas le faire d'une manière mathématique. La programmation de but est employée en raison de cette impossibilité. En outre, dans notre technique la programmation du but pondérée est utilisée et la détermination des pondérations est faite par l'utilisation de l'algorithme de Zions-Wallenius (ZW). L'algorithme de ZW est un algorithme à base interactive par laquelle nous pouvons employer les préférences du décideur ou l'expert.

ABC attribue d'abord tous les coûts aux processus principaux de production appelés les centres d'activité. Cette première étape ne diffère pas considérablement des systèmes traditionnels. Par le biais de ces centres d'activité, le système attribue ces coûts aux produits. Ce sont les inducteurs de la deuxième étape qui séparent la méthode ABC des

méthodes traditionnelles. Dans la littérature, ces inducteurs qui sont situés à la deuxième étape sont nommés les inducteurs de coût.

La compréhension du système ABC crée un besoin de faire quelques définitions. Les définitions des activités et des inducteurs de coût ont été données ci-dessus. Les mesures de performance *décrivent le travail effectué et les résultats réalisés dans une activité*. Dans la méthode ABC, les inducteurs de coût sont attribués aux activités. D'ailleurs, les mesures de performance indiquent à quel point une activité est exécutée. Les inducteurs de coût pourraient être dans plusieurs nombres, mais dans la littérature, il est recommandé d'en avoir entre 10-20 unités. Jusqu'ici, plusieurs techniques avec les soutiens statistiques ou de comptabilité sont employées pour la détermination des inducteurs de coût. Ces méthodes sont en général des applications contradictoires, et elles sont loin d'employer la prise de décision multi-objective. En outre, le processus de détermination des inducteurs de coût ne prend pas en compte les contraintes de ressource. C'est la raison dont un système efficace de ABC ne peut pas être appliqué. Nous voulons faire un choix des inducteurs de coût qui maintient dans l'esprit les contraintes du budget, les heures d'analyses etc. qui diffèrent des systèmes traditionnels de choix. La programmation du but pondérée et l'algorithme de Zionts-Wallenius sont employés pour le choix des inducteurs de coût dans cette étude.

Il y a plusieurs techniques de solution pour la prise de décision multi objectives. La programmation de but est l'une d'entre elles. Dans cette étude, la programmation du but pondérée (WGP), en d'autres termes la programmation de but *d'Archimède* est utilisée.

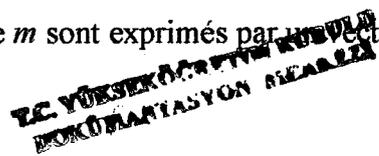
Nous pouvons énoncer WGP comme:

$$\text{Minimiser} \quad Z = \sum_{i \in m} (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-)$$

$$\text{sous les contraintes} \quad : \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ pour } i = 1, \dots, m$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ for } i = 1, \dots, m, \text{ pour } j = 1, \dots, n$$

où  $x_j$  représente les variables de décision non-négatives impliquées dans les buts  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  et les buts au nombre de  $m$  sont exprimés par un vecteur colonne de



$m$  composants  $(b_1, b_2, \dots, b_m)$ ,  $a_{ij}$  sont des coefficients de technologie qui représente l'usage par unité de  $x_j$  des coefficients RHS (right hand side) de  $b_i$ .  $d_i^+$  et  $d_i^-$  sont des vecteurs de  $m$  composants pour les variables qui représentent les déviations des buts, et ici  $w_i^+$  et  $w_i^-$  sont les constantes non négatives représentant les *poids relatifs* attribués aux variables de déviation. La détermination des pondérations dans WGP est obtenue par l'algorithme interactif de Zionts-Wallenius qui considère les préférences du décideur.

Dans l'algorithme de ZW, d'abord, nous résolvons

$$\begin{aligned} & \text{Maximiser} && \sum_{i=1}^p \lambda_i u_i \\ & \text{où} && u_i = f_i(x) \quad (i = 1, 2, \dots, p) \\ & \text{slc:} && Ax \leq b \quad x \geq 0 \end{aligned}$$

le problème ci-dessus. Les  $\lambda$  sont choisis d'une manière arbitraire, mais au début, des poids égaux sont recommandés.

Nous trouvons une solution qui indique un point optimum. Avec la méthode interactive de ZW, nous trouverons cette solution optimum qui est parallèle avec les préférences des décideurs. Les différences de ce point pour chaque objectif sont déterminées. Ces différences sont offertes par des variables non basic. Avec ces ensembles de données, un essai qui est recommandé par Zionts et Wallenius est fait pour conclure si cette variable qui offre une différence est efficace ou pas. Les variables efficaces forment un ensemble, et puis parmi cet ensemble, nous demandons au décideur s'il préfère ou non la différence qui est offerte par ces variables efficaces. S'il préfère nous construisons l'inégalité  $\sum w_{ij} \lambda_i \leq -\varepsilon$ , si non  $\sum w_{ij} \lambda_i \geq \varepsilon$  est construit. Égalité  $\sum w_{ij} \lambda_i = 0$  est pour chaque réponse d'indifférence ( $\varepsilon$  est un nombre très petit). Ces nouvelles égalités construisent nos prochaines étapes dans la pondération. Nous appliquons les nouveaux  $\lambda$  au problème du début. L'algorithme s'arrête au point où il n'y a aucune variable efficace. Les poids précédents sont nos poids optimaux.

## Özet

Faaliyet tabanlı maliyetlendirme (FTM) konusu işletmelerdeki geleneksel muhasebe sistemlerinin yetersiz kalması sonucunda ortaya çıkmıştır. 1986 yılında toplanan Uluslararası Bilgisayar Destekli İmalat şirketler birliği (CAM-I) kurulunda yapılan tanıma göre faaliyet tabanlı maliyetlendirme; maliyet öznelerinin, faaliyetlerin ve kaynakların performansını ve maliyetin ölçümünü yapan bir yöntemdir. Kaynakların maliyetleri faaliyetlere atanır ve faaliyetlerde, faaliyet hedeflerine, tüketimlerine bağlı olarak ayrılır. Faaliyet ise herhangi bir işe sebep olan süreçler bütünü olarak tanımlanabilir. Maliyet sürücüsü (cost driver, inducteur de coût) ise bir faaliyeti gerçekleştirmek için harcanan çaba ve iş yükünün belirlenmesinde kullanılan etmenler olarak açıklanabilir. Maliyet sürücülerinin belirlenmesi doğru maliyet hesabı ve etkinlik açısından çok önemlidir. Geleneksel yöntemlerde maliyet sürücüleri o işi yapan insanların tecrübelerinden faydalanılarak veya bir takım basit istatistiksel veya basit muhasebe teknikleri kullanılarak belirlenmeye çalışılır.

Bu çalışmada ise maliyet sürücülerinin belirlenmesinde, geleneksel yöntemlerden farklı olarak işletmenin kaynak kısıtlarını da göz önüne alan çok amaçlı karar verme yaklaşımı kullanılmıştır. Bu çalışmada, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biri olan ağırlıklı hedef programlama kullanılmıştır. Hedef programlama modelinin ağırlıkları etkileşimli bir yöntem olan Zionts-Wallenius yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır. Bu yöntem ise karar vericinin eğilimlerini de göz önüne alarak sonuca ulaşmaya çalışmaktadır.

Faaliyet tabanlı maliyetlendirme, R. Cooper, R. S. Kaplan ve H. T. Johnson'ın ortak çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır [42,12]. Daha ayrıntılı bir çalışma ise H. T. Johnson ve R. S. Kaplan tarafından 1987 yılında yapılmıştır [2]. Bu çalışmada, yönetim kontrolü ve onun araçları için gerekli olan süreçler belirlenmiş ve geleneksel maliyetlendirme

sistemindeki tutarsızlıklar görülüp bu eksiklikleri gidermeye yönelik yeni kavramsal bir iskelet yapı ortaya konulmuştur.

1990'lı yıllarda bilgisayarlar her alanda olduğu gibi üretim ve maliyetleme alanına da girmiştir. Bunun sonucu olarak eski maliyetleme sistemleri rafa kaldırılmaya başlanmıştır. Geleneksel yöntemlerin temelde yaptıkları genel giderleri ürünlere dağıtmaktır. Örneğin servis genel giderlerinin servislere veya genel giderlerin finansal ürünlere atanması gibi. İşletmeler genelde maliyet sistemlerini değiştirmek konusunda tutucudurlar. Ancak yeni gelişmeler onları da zorlamaya başlamıştır ve artık en tutucu işletmeler bile verdikleri hizmetlerin veya ürettikleri ürünlerin karlı olup olmadığını, işletmedeki hangi faaliyetlerin en yüksek fayda-maliyet oranına sahip olduğunu öğrenmek istemektedirler. Ayrıca, faaliyetlerin başarımlarına göre bazen ürünlerin veya hizmetlerin dışardan temini yoluna gidilmektedir.

Klasik maliyetlendirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında FTM yönteminin güçlü yanları ortaya çıkacaktır. Bilindiği üzere faaliyet, bir işletmede gerçekleşen olaylardır. Bir bilgisayar terminaline gelen sipariş, bir tezgahın kurulumu veya bir ürünün teslimi faaliyete örnek olarak gösterilebilir. Maliyet ögesi ise faaliyetlerin uygulanmasındaki başarımın sonucudur. Bilgisayar terminaline gelen sipariş faaliyet örneğinde müşterinin sipariş vermesi maliyet ögesine örnek gösterilebilir.

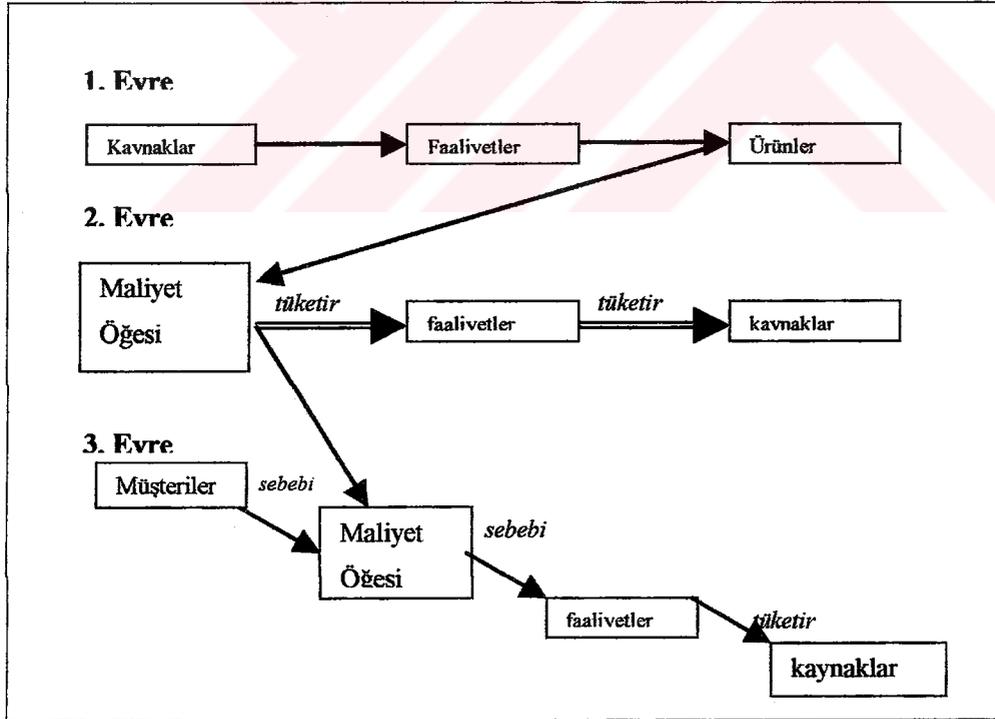
FTM'nin temel varsayımları geleneksel yöntemlere göre daha gerçekçidir ve geleneksel yöntemlerin ürünler maliyete sebep olur kabulüne karşılık FTM, faaliyetlerin maliyete sebep olduğunu savunur. Yukarıda anlatılan maliyet öznelerinin ise bu faaliyetlere talep doğurduğunu söyler. Dolayısıyla diyebiliriz ki, FTM'nin getirdiği ana yeniliklerinden birincisi maliyetlerin faaliyetlere atanmasıdır. Hangi faaliyetlerin hangi maliyetleri doğurduğunu bilmemiz, maliyet indirimi yapılmak istendiği zaman en yüksek potansiyeli olan faaliyete yönelinmesini sağlar.

Maliyetlerin, maliyet ögesine atanması ise getirilen ikinci yeniliktir. FTM faaliyet maliyetlerinin maliyet ögesine atanmasını faaliyetin tüketilmesini ölçen faaliyet sürücülerini temelinde gerçekleştirir. Faaliyet sürücüsü, maliyet ögesi tarafından tüketilen

faaliyetin ölçümüdür. Örneğin, bir ürüne mühendisler tarafından ayrılan saat sayısı, her bir ürünün mühendislik faaliyetini tüketmesinin ölçüsüdür.

Getirilen yeniliklerden üçüncüsü ise faaliyetler hakkında kaliteli bilgiye sahip olabilme imkanındır. Maliyet bilgisine ek olarak, yapılmış çalışmalar üzerine finansal olmayan bilgilere de ulaşılabilmektedir.

FTM yöntemi yukarıda da bahsettiğimiz gibi ilk olarak 1987 yılında Kaplan'ın çalışmasıyla ortaya çıktı. ABD'deki şirketlerde seksenlerin ortalarında daha ilkel bir hali olan doğrudan maliyetleme kullanılıyordu. Yöntem geliştirildikten sonra 1990'lı yıllarda Fransa'da da bilimsel çalışmalarda ortaya çıkmaya başladı. Bir kısmı Fransa'da uygulanmakta olan türdeş bölümler yönteminin yeniden doğumu olduğunu söylerken diğer kısmı FTM yanında yer almıştır. Yaklaşık on sene gecikmeli olarak da Türkiye'de FTM'ye yönelik çalışmalar başlamıştır.



Şekil 1 FTM'nin 3 evresi

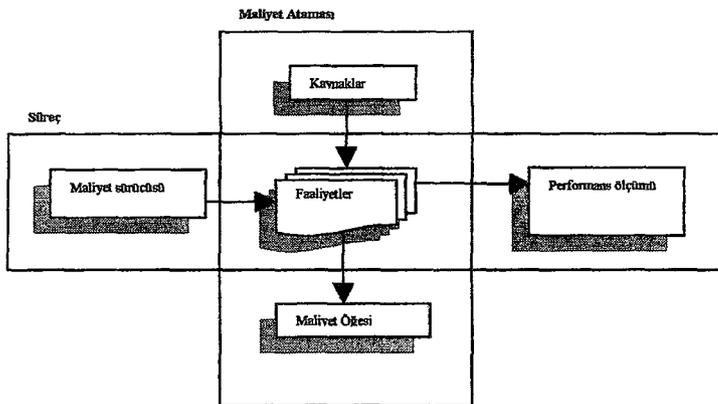
FTM'nin esaslarından birisi faaliyeti kaynak ve ürünler arasında bir arayüz gibi kullanma becerisidir. Bilindiği üzere geleneksel yöntemlerden farklı olarak faaliyetleri

ürünler değil de kaynaklar tüketir. Ürünler faaliyetleri tükettiği için bütün yüklemeler ürünlerle ilgilidir. Bu esastan yola çıkan Lebas ve Mévellec FTM için yukarıdaki şekilde olduğu gibi 3 evre tespit etmişlerdir:

Birinci evrede, yöntem faaliyet kavramını aydınlatmış, ikinci safhada ise maliyet özneleri kaynakların tüketilmesinin sebebi olarak görülmüştür. En son evrede ise maliyetlerin sebebinin müşteriler olduğu düşünülebilir. Dolayısıyla maliyet yönetiminin başlangıç noktası olarak müşterileri görmek yanlış olmaz.

Ortaya çıktıktan sonra FTM'nin maliyetlemeye birçok katkısı olduğu görülmüştür. Bunlardan birisi sürücüler sayesinde maliyetlere daha iyi ve gerçekçi maliyet dağıtımı yapılabilmesidir. Diğerleri ise maliyet özneleri ve kaynak tüketimleri arasında neden sonuç ilişkisinin daha iyi kurulmasını sağlamasıdır. Bir diğer katkısı ise, kurumun çapraz görüntülenmesini sağlamış olmasıdır.

Yapılan daha yeni çalışmalarda FTM'nin yukarıdaki evrelerinde bir parçası olarak iki değişik bakış açısından incelenebileceği görülmüştür. Bunlardan birinci bakış açısı, maliyet atamasında bulunur ki bu şirkette yolunda olan çalışmalar hakkındaki bilgiyi izah eder. Ayrıca ürünlerin ve müşterilerin bu çalışmadan ne kadar faydalandığı bilgisini de ortaya koyar.



Süreç bakış açısı ise çalışmanın neden gerçekleştirildiği, bunu gerçekleştirirken harcanan çabalara ne tür etmenlerin etkideği ve çalışmanın ne kadar iyi başarıldığı bilgilerini sağlar.

1986'da yapılan şirketler birliđi toplantısında bilgisayar destekli imalatta bir tanım daha yapılmıřtı, o da faaliyet tabanlı yönetim (FTY) idi. Bu tanıma göre FTY; faaliyetlerin yönetimine ve müşterilerden geri dönen deđerleri sürekli iyileřtirme yönünde önem verme işine yoğunlařan bir bilim koludur. Maliyet sürücüsü çözümlenmesi, faaliyet çözümlenmesi ve performans çözümlenmesi de bu yönetim koluna dahildir. FTM'de veri ve bilgi ana kaynaklarına dikkat çeker.

Yapılan bütün bu tanımlardan çıkan sonuç maliyet sürücüsü seçiminin FTM'de kilit noktası olduđu görölmektedir. Fakat bu seçim öncede anlatıldıđı üzere kişilerin yargılarına bırakılmıřtır. Daha da ileriki dönemlerde ise basit istatistiksel hesap yöntemleri geliştirilmiřtir. Fakat bu yöntemler işletmenin kaynak kısıtlarını göz önüne almadıđı için çok da tutarlı seçimler olmamaktadır. Bu aşamada ise çok amaçlı karar verme yöntemleri çözüm yolları arasına dahil olmuřtur. Bu kısımdan sonra ise çok amaçlı karar verme yöntemlerine ađırlık verilecektir.

*Çok ölçütlü karar verme* genellikle çeliřebilen çeřitli ölçütlerle ilgili planlama problemlerinin ve karar verme sürecinin çözümlenmesini içerir. Çözümün buradaki anlamı ise, uygunluk şartını sađlayan çözüm kümesi seçeneklerinin arasından karar vericinin en makul olanı seçmesi olarak deđerlendirilir. Bu makul sözcüđu bu çeřit yazında etkin veya baskın olmayan olarak anlam bulur. Çok ölçütlü karar verme problemlerinde çözüm karar vericinin müdahalesini gerektirir çünkü bu tip problemlerde tek çözüm yoktur.

*Çok nitelikli karar verme (ÇNKV)* süreci verilmiř olan sonlu sayıdaki tasarlanan seçenekler ve performans vasıfları kümesi arasından uzlařık bir sonuç çıkarma yöntemidir. Tasarım seçimi, seçenekler arasından en tercih edilenini seçmeyi veya bu seçenekleri vasıflarına göre sıralamayı içerir. ÇNKV genellikle niteliksel veya niceliksel verilere sahip olabilir.

Çok ölçütlü karar vermenin bir diđer ve bu tezin konusunu içeren alt kolu ise çok amaçlı karar verme (ÇAKV) problemleridir. ÇAKV, karar vericinin, uygun olan olası seçenekler arasından en iyisini bulmak istediđi zaman kullanılır. Olası seçenekler ise

bir takım ölçütler kullanılarak değerlendirilir, bunun yanında bu seçeneklerin matematiksel bir modelle kesin olarak tanımlandığı kabul edilir. Çok genel olarak ÇAKV problemleri matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} &\text{maks. } f(x) = [f_1(x), \dots, f_k(x)] \\ &\text{kısıtlar} \\ &x \in X \end{aligned}$$

Burada  $x$ , karar değişkenlerinin  $n$  boyutlu vektörüdür,  $X$  karar uzayını belirtir.  $f(x)$  ise  $k$  sayıda gerçek değerli işlevler vektörünü teşkil eder.

ÇAKV için çeşitli çözüm teknikleri vardır. Bunlar çok amaçlı programlama, uzlaşım programlaması ve son olarak hedef programlama olarak sayılabilir.

*Çok amaçlı programlama* tekniği olurlu çözümler kümesinin alt kümesi olan etkin çözüm kümesini bulur ve bu kümede göz önüne alınan bütün ölçütler (amaçlar veya hedefler) için en iyi performansı sağlayan tek kümedir. Karar vericide bu küme içerisinde seçimini yapar.

*Uzlaşım programlaması* (UP) ise yukarıda tanımlanan etkin kümeye bağlı olarak karar vericinin aranan amaçlar hakkındaki tercihlerine bağlı olarak en uyuşan çözümü bulmaya çalışır. UP, herhangi bir karar vericinin bütün amaçlar için olan ideal değerler arasından en ideal noktayı çözüm olarak aradığını kabul eder.

Bahsi geçen tekniklerin en sonuncusu ise hedef programlamadır ki bu da çalışmanın özünü oluşturmaktadır. Hedef programlama (HP) yöntemi ilk olarak 1961 yılında Charnes ve Cooper tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkmıştır, fakat hedef programlama olarak ismini daha sonra yapılan çalışmalarda almıştır [25].

Bütün çok amaçlı teknikler gibi hedef programlama da amaçları sağlamaya çalışmaktadır. Burada göz önündeki her amaç (kar, güvenlik, üretim seviyesi v.b.) ulaşılması gereken bir hedef olarak verilmiştir. Konuda en önemli nokta hedeflerden

istenmeyen sapmaları (kazanç altı, üretim seviyesi altı veya üstü) minimize etmeye çalışmaktır.

Hedef programlamada ağırlıklı HP, önceliklendirilmiş HP ve Chebyshev HP olmak üzere bir kaç temel yöntem vardır. Önceliklendirilmiş hedef programlama modelinde hedefler önceliklere göre öbeklendirilirler. En yüksek derece önem seviyesindeki hedefler ikinci seviyedeki hedeflere göre sonsuz derece büyüklükte daha önemli gibi düşünülürler. Aynı şekilde ikinci seviyedekiler de üçüncü seviyedekilere göre çok üstündür.

Chebyshev hedef programlama aynı zamanda *minimax* hedef programlama olarak da anılır. Eğer yukarıdaki öncelik seviyelerinden herhangi biri birkaç hedefin sapmalarından oluşuyorsa bir olası yorum maksimum sapmaları minimize etmektir. Bu da  $\alpha \in \mathcal{R}$  şeklinde bir *minimax* değişkeninin oluşturulmasını gerektirir. Bu halde öncelik seviyesindeki amaç;  $\min\{\alpha\}$  haline gelir. Ek olarak öncelik, seviyesinde sapma değerleri kadar ek kısıtlar oluşturmalıyız.

Son model olarak ise, bu tezde kullanılan *ağırlıklı hedef programlama* kalmıştır. Bir diğer ismi *Arkimedyon hedef programlama* olan bu model aşağıda gösterilmiştir.

$$\min \quad Z = \sum_{i \in m} (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-)$$

$$\text{kısıtlar} \quad : \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n$$

$w_i^+$  ve  $w_i^-$ , hedeflerin durumuna göre ortaya çıkan sapma değerlerine atanan negatif olmayan sabitlerden oluşan göreceli ağırlıklardır. Burada  $m$  tane hedef  $m$  adet bileşenli sütun vektörleri tarafından açıklanmıştır.  $a_{ij}$  hedefler ve alt hedefler arasındaki ilişkiyi anlatan  $m \times n$  boyutlu bir matristir.  $x$  alt hedeflerdeki değişkenleri göstermektedir.  $d_i^+$  ve  $d_i^-$  ise hedeflerden sapmaları gösteren değişken için  $m$  bileşenli vektördür.

Hedef programlama çözüm yöntemleri dört bölümde incelenebilir:

*Doğrusal HP* (bütün doğrusal kökenli HP çözüm yöntemlerini kapsar),

*Tamsayılı HP* (tamsayılı, karışık tamsayılı ve 0-1 tamsayılı çözüm yöntemleri kullanılan yaklaşımları kapsar),

*Doğrusal olmayan HP* (bütün doğrusal olmayan kökenli HP çözüm yöntemlerini kapsar),

*Diğer HP grubu* (diğer üç öbeğe uymayan bütün yöntemleri içerir).

Çok amaçlı programlama oluşan seçeneklerden herhangi birisini seçmek için karar vericiye ihtiyaç duyar. Bu aşamada, eğer karar verici çözüm süresince kararlara müdahale edebilirse, devreye etkileşimli programlama girer.

Bu tezde genel kabul gören altı etkileşimli modelden dördü anlatılmıştır. Bu modeller ise STEM , Geoffrion-Dyer-Feinberg yöntemi (GDF) , Zions-Wallenius (ZW) yöntemi, vektör maksimumu yaklaşımı, etkileşimli ağırlıklar toplamı, Korhonen ve Laakso'nun bulunduğu görsel etkileşimli yaklaşımdır ve detaylı olarak bütün bu yaklaşımlar Steuer'in kitabından incelenebilir [38].

Steuer' a göre bu yöntemler şu şekilde sınıflandırılmıştır: *Olurlu bölge küçültme* yöntemi ki STEM' i kapsar; *doğru araştırma* yöntemi ise GDF yöntemini ele alır; *ağırlık vektörü azaltması* sınıfında ise Zions-Wallenius yöntemi ve etkileşimli ağırlıklar toplamı yöntemi yer alır; son olarak yapılan sınıflandırma ise *ölçüt konisi azaltma* sınıfıdır ve vektör maksimumu yaklaşımını içerir.

Bu tezin konusu olan Zions-Wallenius yöntemi amaç fonksiyonundaki ağırlıkların karar verici (KV) ile etkileşimli bir yöntemle belirlenmesi esasına dayanır. Tek KV olduğu, bütün karar ilişkili ölçütler veya amaç fonksiyonları içbükey ve kısıt kümesi dışbükey olduğu kabul edilir.

$$\begin{array}{ll} \text{Maks.} & \sum_{i=1}^p \lambda_i u_i \\ \text{burada} & u_i = f_i(x) (i = 1, 2, \dots, p) \\ \text{kısıtlar :} & Ax \leq b, \quad x \geq 0 \end{array}$$

Öncelikle yukarıdaki problem çözülür,  $\lambda$  başlangıç ağırlıkları rastgele bir şekilde seçilir. Fakat yöntemde ağırlıkların ilk başta eşit alınması eğilimi vardır.

Çözülen problem bir noktaya karşılık gelmektedir, ancak bu noktanın her bir amaç için en uygun çözüm olup olmadığı bilinmemektedir. ZW yöntemiyle KV'nin de tercihleriyle aynı yönde bütün amaçları sağlamaya çalışan en uygun çözüm bulunmaya çalışılacaktır. Yukarıdaki problemde bulunan nokta, ağırlıklandırılarak çözülmüş problemin sonucudur. Her bir amaç fonksiyonunda bu noktaya karşılık bir çözüm gelmektedir. Her bir amaç fonksiyonunda, bu noktadaki temel olmayan değişkenler tarafından oluşturulan indirgenmiş maliyetler bulunur, bu maliyetler takas değerlerini teşkil eder. Bu takas değişkenlerini oluşturan temel olmayan değişkenler kümesindeki her değişkene ZW tarafından önerilen aşağıdaki test uygulanır.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^p w_{ik} \lambda_i \\ \text{kısıtlar} \quad & \sum_{i=1}^p w_{ij} \lambda_i \geq 0, \quad j \in N, j \neq k, \\ & \sum_{i=1}^p \lambda_i = 1, \quad \lambda_i \geq 0, i = 1, \dots, p. \end{aligned}$$

Burada  $w_{ij}$  takas değerlerini ifade etmektedir. Bu test sonucunda amaç fonksiyonu değeri negatif çıkarsa hangi değişken için test yapılıyorsa, o değişken etkindir. Aksi durumda etkin değildir. Bu etkin değerlerin oluşturduğu kümedeki her bir değişken için karar vericiye şu sorulur; bu değişkenlerin meydana getirdiği takas değerlerini, yani örneğin birinci amaç fonksiyonundaki x birimlik artmaya karşılık ikinci amaç fonksiyonundaki y birimlik azalma değerlerini uygun buluyor musunuz?

Eğer uygun bulursa aşağıdaki kısıtı,

$$\sum w_{ij} \lambda_i \leq -\varepsilon$$

Uygun bulmuyorsa şu kısıtı,

$$\sum w_{ij} \lambda_i \geq \varepsilon$$

kayıtsızım görüşü belirttiği takdirde ise aşağıdaki eşitliği üretiriz.

$$\sum w_{ij} \lambda_i = 0$$

Bu yeni üretilen kısıtların ve daha önceki testte bulunan kısıtların birlikte oluşturduğu kısıt kümesinden yeni bir ağırlık seti bulunur. Bu ağırlık kümesiyle adımlara en baştan başlanarak devam edilir. Yukarıda kullanılan test sonucu bulunan etkin değerler kalmayınca kadar bu çözüm yoluna devam edilir.

Bu çalışmada yapılan ise ağırlıklı hedef programlama ile etkileşimli yöntem olan Zionts-Wallenius yönteminin birleştirilmesidir. Yani ağırlıklı hedef programlamadaki ağırlıkların ZW yöntemi ile belirlenmesi yoluna gidilmiştir.

Yapılan uygulamada ise değişkenlerimiz çalışmanın esasını teşkil eden maliyet sürücüleri olmuştur. Hedeflerimiz ise, maliyet, analist çalışma saati ve denetim saati olarak belirlenmiştir. Belirtilen üç değişik maliyet sürücüsü arasından hedef ve kısıtlara bağlı olarak seçim yapılmaya ve sapma değerleri bulunmaya çalışılmıştır.

## 1. Introduction

ABC est une méthode qui mesure le coût et la performance des activités-connexes et des éléments de coût afin d'attribuer les activités et leurs coûts suivant leur utilisation des ressources. Elle attribue ainsi le coût aux éléments de coût comme les produits ou les clients, basés sur leur utilisation des activités. En outre, elle identifie le rapport de causalité des inducteurs de coût. Le point clé dans le système ABC est de choisir les inducteurs de coût. Les systèmes traditionnels sont manipulés par l'application du jugement humain, soutenue de temps en temps par une analyse en utilisant des techniques simples de comptabilité ou des techniques de corrélation statistiques. Ils sont loin de l'uniformité. Dans cette étude, la programmation de but sera employée pour rendre plus clair cet état, en maintenant dans l'esprit les contraintes du budget, les heures du contrôle et les heures d'analyses. On emploiera aussi la programmation de but pondérée que l'on nomme aussi la programmation de but d'Archimède. La pondération dans cette programmation sera déterminée par l'algorithme de Zions-Wallenius. L'algorithme de Zions-Wallenius est une méthode interactive qui considère les préférences du décideur.

Le monde d'affaires a subi une transformation importante dans ces dernières années. Aujourd'hui les clients attendent des produits ayant la plus haute qualité, avec une fonctionnalité augmentée et un prix bas. Ces espérances ont contraint les sociétés globales pour développer de nouvelles techniques pour améliorer ces dispositifs. Nouvelles philosophies de fabrication comme "*juste à temps*" (JIT), gestion de la qualité totale (TQM), et la planification des moyens de fabrication (MRPII) qui ont marqué une révolution dans la gestion. L'ABC est un partenaire normal pour toutes ces dernières philosophies. En fait, l'ABC est le lien, qui réunit toutes ces techniques sous un parapluie financier simple [1]. Ainsi, ABC nous montre comment développer et mettre en application un système des coûts qui nous fournira l'information suivant laquelle

nous devons diriger notre entreprise de la façon la plus efficace et le plus profitable possible.

Les approches les plus courantes sont basées sur des concepts développés par le projet (CAM-I) Fabrication Internationale assistée par ordinateur (*Computer Aided Manufacturing-International*), réalisé grâce à des organisations comme General Dynamics, McDonnell Douglas, Westinghouse, TRW, Division de turbine à gaz d'Allison de General Motors, Hughes Aircraft, Lockheed, et les «6 grandes» sociétés de comptabilité nationale.

L'intérêt de la méthode ABC a été stimulé par le travail de R. Tonnelier, R. S. Kaplan et H. T. Johnson et plus particulièrement par la publication du travail de H. T. Johnson et R. S. Kaplan en 1987 [2]. Ces derniers, en formalisant le besoin d'évolution de la gestion et de ses outils, ont identifié la contradiction et les règles arbitraires de la distribution traditionnelle et ont présenté un nouveau cadre conceptuel basé sur une division de l'entreprise suivant les activités. Après le projet ci-dessus et l'automatisation du monde, un grand intérêt sur ABC est né et a couvert la littérature. Beaucoup de livres sont publiés [1,3,4]. Ces développements ont été à l'origine d'un nouveau concept ABM (la gestion basée sur l'activité) qui est une discipline se concentrant sur la gestion des activités car l'itinéraire pour améliorer sans interruption la valeur reçue par des clients et le profit gagné en fournissant cette valeur [5].

Ces dernières années, un article sur le sujet du choix des inducteurs de coût dans ABC a été écrit par Schniederjans et Garvin [6]. Dans leur travail, ils avaient employé deux méthodes pour choisir les inducteurs de coût ; l'une est la méthode du processus hiérarchique analytique et l'autre est la programmation Multi-Objective. Dans leur programmation multi objectifs, ils ont employé la programmation de but préemptif, et ils ont ajouté les pondérations dérivées d'AHP. Ils ont trouvé des résultats différents de ces deux méthodes, mais la deuxième méthode avec la programmation de but a produit de meilleures solutions.

Dans notre étude, dans le choix des inducteurs de coût, la programmation de but pondérée et l'algorithme de Zionts-Wallenius sont employés. Comme nous avons déjà cité, dans le procédé de choix, dans cette nouvelle ère, nous devons supprimer la contradiction. Nous devons maintenir dans nos esprits les ressources, le budget de l'organisation, les heures d'analyses, etc... et à quelques positions, nous devons atteindre exactement ces ressources, c'est pourquoi la programmation de but, et une méthodologie qui est uniquement capable de traiter la contrainte des ressources; les critères de décision multiples sont choisis dans ce processus.

Il doit y avoir un décideur dans la programmation multi objectif. Dans cette matière concernant le choix des inducteurs de coût, il est important d'être en interaction avec le décideur. L'algorithme de Zionts-Wallenius est une technique qui est employée pendant beaucoup d'années dans les méthodes interactives. Dans cette méthode, les résultats des essais pratiques de la méthode fournissent l'évidence que la méthode est facilement comprise et employée et qu'elle est réalisable dans la pratique.

Les fondements de la méthode d'ABC, qui contient la comparaison du système traditionnel des coûts avec l'ABC et les innovations apportées par ABC, seront discutés dans la prochaine section. L'histoire de l'ABC, la définition de principaux concepts sont parmi les matières de la troisième section. Dans la section 4, une illustration numérique sera donnée. Cet étude est d'avantage reliée avec la prise de décision Multi-Objective, alors la section 5 est consacré à ce sujet, et le modèle qui intègre l'algorithme de Zionts-Wallenius et la programmation de but pondérée sera également discutée dans ce chapitre. Dans la section 6, un exemple, qui est une application de la théorie, qui est expliquée avant ce chapitre, sera donné aussi. Les conclusions de ce mémoire sont présentées à la section 7.

## 2. Les Fondements de la Méthode ABC

Nous avons fourni quelques informations sur la méthode ABC à la partie précédente mais maintenant c'est le temps de fournir des informations complémentaires et de construire la méthode ABC. Dans cette partie, nous allons expliquer les premières méthodes traditionnelles qui forment les raisons pour lesquelles la méthode ABC a été supportée. Après, de nouveaux horizons qui sont ouverts par cette méthode à celles qui sont traditionnelles seront examinés. Les explications détaillées sur ce système des coûts seront données dans les parties suivantes.

### 2.1. Les Méthodes Traditionnels D'Analyse des Coûts

On compte voir des changements importants dans le monde de la comptabilité par la place prise et l'intérêt accordé par le monde d'affaires aux analyses comptables. Tous les systèmes de comptabilité analytique conventionnelle étaient conçus pendant une période où les gens ont travaillé sans avoir l'aide des ordinateurs. La ressource prédominante pour effectuer le travail était la main d'œuvre donc les gens, la technologie était stable et peu coûteuse, et il y avait une gamme limitée des services technologiques.

Les systèmes traditionnels de comptabilité analytique ont généralement attaché les frais généraux des services aux services ou aux départements, principalement pour distribuer les frais généraux et pour créer des relevés des comptes financiers. Dans de nombreuses organisations surtout des organisations de service, la distribution des frais généraux a été même conçue comme une perte de temps. Puisque l'objectif était de maximiser l'utilisation de la main d'œuvre, le contrôle des coûts a été focalisé sur le point de l'occurrence des coûts avec **l'élément de coût**. Par exemple, les salaires payés aux

travailleurs de guichet dans une banque ont été compris dans le département où les guichets fonctionnaient, pourtant ces salaires pourraient être affectés par des recrutements inexacts de la part du département des ressources humaines et par le règlement inexact des salaires horaire par la direction. Le gaspillage caché dans le rapport de la comptabilité traditionnelle de service a été produit par l'utilisation inefficace des facteurs principaux des opérations de service, habituellement la main d'œuvre.

Les techniques de comptabilité analytique basées sur des conditions pareilles règnent toujours en dépit des changements dramatiques des organisations de service. Les organisations veulent maintenant savoir quels sont les services profitables et ceux qui ne sont pas. Ils veulent savoir quels processus d'activités d'une organisation ont les plus grands rapports des coûts et rendements. Les organisations décident si elles doivent procurer les services eux-mêmes ou acheter les services de l'extérieur. Par exemple, quelques entités gouvernementales maintenant achètent des services d'administration des prisons et de nettoyage plutôt que de les réaliser ces services eux-mêmes.

Les systèmes traditionnels de comptabilité analytique fournissent peu d'information aux directeurs sur les facteurs critiques de succès ou les sources d'avantage concurrentiel. Quelques organisations n'attribuent pas les frais généraux administratifs et ceux de vente. D'autres, les attribuent juste suivant le revenu de ventes. Par conséquent, dans certains cas, les véritables coûts de service n'existent pas. Dans d'autres, ils sont souvent si imprécis qu'ils encouragent la gestion à adopter les stratégies qui empêchent l'amélioration. Les directeurs sont parfois encouragés à contrôler l'attribution des frais généraux au lieu d'éliminer la perte et d'améliorer l'exécution opérationnelle.

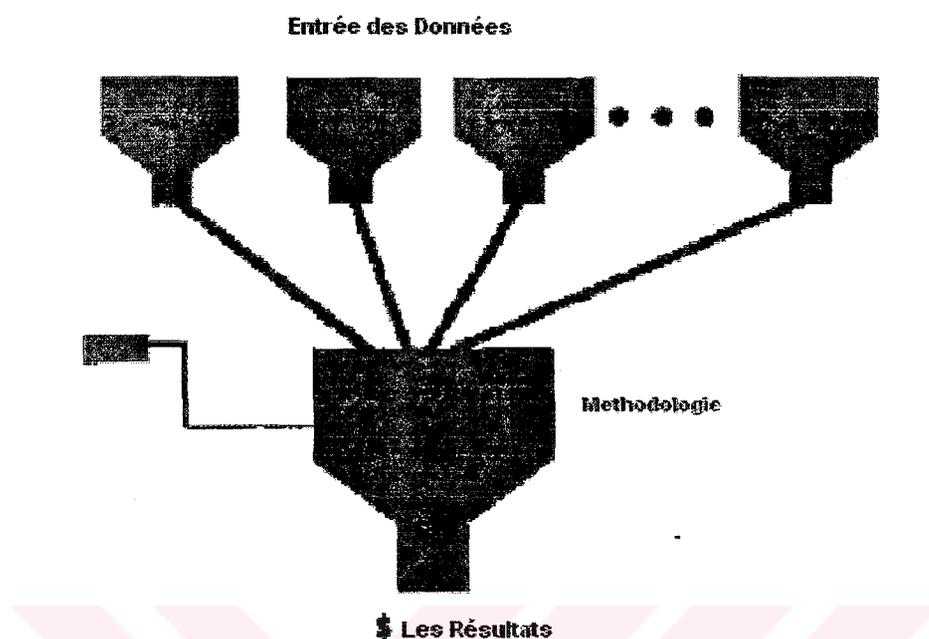


Figure 2-1. Les systèmes des coûts sont des systèmes d'information.

Les systèmes conventionnels de comptabilité analytique supposent que les services et leur volume de ventes correspondant causent le coût. Ils font donc des articles du budget, des éléments du système des coûts. Les coûts sont classifiés comme directs /indirects aux services ou variable/fixé. Les systèmes traditionnels souvent emploient des mesures telles que le revenu de ventes, les coûts directs totaux ou les coûts directs de la main-d'œuvre comme des **bases d'attribution** pour distribuer les frais généraux des services.

Les systèmes traditionnels des coûts des services rapportent un service raisonnablement précis sur les coûts et les frais généraux en relation directe avec les activités réalisées pour entretenir le volume des ventes. Par exemple, les coûts directs des employés sont reliés aux coûts directs de la main-d'œuvre.

Cependant, les coûts de service deviennent imprécis quand les frais généraux des activités générales et administratives liées au volume de revenu de service augmentent beaucoup. Les activités de l'entreprise liées au temps du travail de la haute direction,

aux services juridiques, aux systèmes d'information, aux ressources humaines, et à la comptabilité, sont légèrement liées au volume de service. Toujours d'autres activités, telles que l'achat et le traitement des demandes, sont liées aux différents services fournis plutôt qu'au volume. Quand une organisation de service met en relation des activités non volumiques sur les bases des activités de volume connexes, le système de comptabilité analytique traditionnel fournit une information insuffisante concernant le rapport entre les activités de fonctionnement qui produisent des frais généraux [5].

Les systèmes des coûts traditionnels encouragent souvent les décisions qui sont en conflit avec le perfectionnement de l'entreprise. Le taux des frais généraux basé sur le travail direct, par exemple, cause un point excessivement important sur le composant de travail direct. Ceci provient du système des coûts qui proclame que le travail direct est très cher.

Aujourd'hui		Dans 5 Ans
25-45%	Frais Généraux	10-25%
5-25%	Le Travail Direct	0-5%
50%	Matériaux	75%

Figure 2-2 Le changement des modèles de comportement de coût

Prenons le cas où le taux des frais généraux de la main d'œuvre est 300 pour cent, alors, une amélioration de fabrication qui enlèvera \$1 du coût de la main-d'œuvre directe d'un produit, aura comme conséquence une économie apparente de \$3 des frais généraux. Cependant, le travail direct est réduit en présentant un nouveau processus de fabrication ou en remodelant le produit, ainsi des frais généraux sont augmentés par le coût des

activités avancées de la technologie et de la technologie de fabrication. Ainsi, la réduction de travail directe, en réalité, augmente les frais généraux [3].

Un autre danger d'attribution, c'est qu'il encourage les gens à rester entièrement occupés. Bientôt, la direction et les employés, ils ralentissent leur vitesse afin de s'adapter au travail actuel.

L'approche traditionnelle à la comptabilité analytique cherche à décomposer la gestion d'une entreprise en unités spécialisées avec une division rigide de la responsabilité. Les directeurs de chaque département se servent des ressources nécessaires pour accomplir leurs tâches professionnelles et ils sont responsables d'accomplir leurs tâches avec celles-ci. Un plan comptable surveille, par le biais des coûts, l'exécution des tâches pour une unité d'organisation en comparant le coût réalisé avec les coûts prévus dans le budget.

Par exemple, le service des achats est responsable d'obtenir l'approvisionnement requis dans l'organisation. Pour accomplir cette fonction, l'organisation recrute des directeurs, des acheteurs, et des secrétaires. Le directeur du département estime la quantité de voyage, de fournitures de bureau, d'espace de bureau, et d'autres ressources nécessaires pour exécuter les objectifs du département. Les coûts effectifs sont comparés avec ceux dans le budget comme illustrés dans le tableau suivant:

Tableau 2-1 Coût Centre: Département De Fourniture

Compte	Description	Réel \$	Budget \$	Désaccord \$
0009	Salaires	80.150	83.000	2850
0010	Salaires et Horaires	124.360	110.000	(14.360)
0201	Profits, salariés	21.812	22.600	788
0202	Profits horaires	37.688	32.600	(5.088)
0352	Voyage	62.515	70.500	7.985
0366	Équipements	32.000	32.000	0
0380	Approvisionnement	1.394	1.500	106
0463	Formation	20.240	30.000	9.760
	Total	380.159	382.200	2.041

L'idée est que l'organisation sera profitable et bonne si les revenus économisés sont réalisés et le coût effectif de tout le département ne dépasse pas le coût dans le budget. Le rôle du service des achats, dans un sens financier, est de rester dans le budget. La pratique de rassembler les éléments réels de coût par coût (salaires, équipements, approvisionnements, voyage, et bientôt) facilite la comparaison avec le budget.

Le système de comptabilité analytique traditionnel, cependant, ne fournit pas d'information proportionnée pour identifier les causes du coût. Dans les situations où des coûts sont considérés par la direction être trop, les directeurs tendent à compter sur les frais généraux pour commander la dépense en l'absence d'information appropriée. Ainsi, quand le revenu diminue, les organisations de service répondent habituellement en 'tendant la ceinture' d'une manière fautive au moment faux pour l'entreprise. Les approches communes sont : réductions universelles dans les budgets de tous les départements ; des retraites ; et arrêt des formations, des voyages, des recrutements...

Ces efforts sont condamnés à l'échec ; ils produisent un cycle vicieux d'affaiblissement concurrentiel. Il y a une tendance normale pour que les directeurs diminuent la dépense pour des activités critiques au futur – comme le marketing, de nouveaux services de recherche/développement, et des systèmes informatiques ou l'arrêt des formations pour

des améliorations pour faire des bénéfices à court terme - semblent être meilleurs pour réaliser le budget prévu.

Ce cycle vicieux s'accélère quand les dépenses reviennent au moins à leur niveau précédent et souvent à un niveau plus élevé parce que beaucoup d'activités importantes ont été retardées. La détérioration de la qualité du service et des pressions sur les dépenses remplacées par des nouvelles surcharges, et donc des frais généraux augmente. Le problème, c'est que les causes fondamentales du coût n'ont pas été corrigées. Le processus d'affaires fournissait des services avant que les "gels" reste congeler en place.

Le facteur le plus commun et le moins compris qui crée un tel cycle est la direction fonctionnant avec le type inapproprié de données-données adaptées à la comptabilité plutôt que la gestion. Les nombres tordus de système de comptabilité analytique et agrégée basée sur des modèles incorrects de comportement de coût. L'information vient trop tard pour affecter des décisions et n'encourage pas les changements nécessaires afin de concurrencer dans le monde dynamique de service.

L'information financière produite dans les plans comptables traditionnels détériore plus le perfectionnement parce qu'elle présente des marges de service ou de fonctionnement. Elle ne présente pas la vraie image après tous les systèmes d'information influençables, ventes, ressources humaines, comptabilité, et d'autres coûts d'administration sont pris en considération. En conclusion, les plans comptables traditionnels ne fournissent pas une image claire de la façon dont les coûts et les bénéfices changent pendant que le volume d'activité change. Ainsi, ils ne sont pas particulièrement utiles aux directeurs qui doivent évaluer le marketing, la ressource administrative et humaine, la comptabilité, ou les solutions informatiques qui impliquent les différents niveaux d'activité [5].

## **2.2. Les Nouveautés Apportées par la Méthode ABC**

L'information au sujet des systèmes anciens a été donnée ci-dessus pour arriver à ABC, parce que nous devons savoir ce qui avait lieu dans le passé et ce que ABC apporte.

Dans cette partie, nous décrirons les nouvelles règles que ABC met dans la littérature de la comptabilité. Avant tout, nous ferons quelques définitions concernant ABC, comme les activités, les éléments de coûts etc. Dans ces définitions les activités et les éléments de coûts sont essentiels, elles sont à la base du concept ABC. Par conséquent, l'information plus précise de coût et fournir des informations utiles au sujet des activités qui sont employées par ABC seront le sujet suivant.

Nous voulons éviter d'employer des termes techniques dans les mesures possibles. Une description complète du modèle conceptuel de ABC est expliquée en chapitre 3.

Les activités sont des descriptions du travail qui continue dans une organisation. Écrire les détails d'un ordre de client sur un terminal d'ordinateur, l'installation d'une machine, l'inspection d'une pièce, et l'expédition d'un produit sont des exemples des activités [4]. Les éléments de coût sont les raisons d'exécution des activités. Ils incluent des produits, des services et des clients. Écrire les détails d'un ordre de client sur un terminal d'ordinateur (*activité*), par exemple, est exécutée parce qu'un client (*l'objet de coût*) souhaite passer une commande.

L'acceptation fondamentale de l'ABC est tout à fait différente de celle du coût traditionnel. Traditionnellement le coût suppose que les produits causent des coûts. ABC est plus réaliste, il suppose que les activités causent le coût et que les éléments de coût créent la demande des activités.

### **La Première Innovation : Relier les coûts aux activités**

La première innovation de la méthode ABC est le fait de relier les coûts aux activités. Cette tâche est basée sur des mesures des ressources utilisées.

Les salaires, par exemple, sont reliés à base des déterminations de celui qui effectue le travail et de quelle quantité du temps est consacré sur le travail. Les activités du contrôle par exemple sont examinées dans la figure suivante. La figure 2-3 montre les coûts reliés au contrôle.

La dépréciation de l'équipement de test	\$58000
Salaires et bénéfices	88000
Espace	61000
Supplies	6500
Fixtures	120000
<b>Le coût d'activité total</b>	<b>\$333500</b>
<b>Le nombre de la planche du testée</b>	<b>667000</b>
<b>Le coût par planche</b>	<b>\$0.50</b>

Figure 2-3 *Le coût du contrôle.*

Sachant que le coût des activités aide à identifier les activités importantes avec le plus grand potentiel pour la réduction des coûts. La connaissance des coûts de l'activité permet également de modéliser l'impact des actions de réduction des coûts pour confirmer plus tard que l'épargne a été réalisée [4].

### **La Deuxième Innovation : Relier les coûts aux éléments de coûts**

La deuxième innovation de l'ABC est la manière dont les coûts sont reliés aux éléments de coût. ABC relie les coûts d'activité aux éléments de coût basés sur les inducteurs d'activité qui mesurent exactement la consommation de l'activité.

Un inducteur d'activité est une mesure de la consommation d'une activité par un objet de coût (tel qu'un produit). Le nombre d'heures consacrées par des ingénieurs à chaque produit, par exemple, mesure la consommation de chaque produit de l'activité de technologie.

Dans le cas de l'activité apurant, par exemple, *nombre de groupes* les meilleures mesures la consommation de l'activité par chaque type de conseil. C'est parce que l'audit de qualité est seulement exécuté sur un conseil dans chaque groupe reçu.

Dans le cas de l'activité apurant, par exemple, *nombre de groupes* les meilleures mesures la consommation de l'activité par chaque type de conseil. C'est parce que l'audit de qualité est seulement exécuté sur un conseil dans chaque groupe reçu.

ABC est généralement supérieur au système conventionnel des coûts parce qu'il apporte des informations des coûts plus précis du produit. Car ABC emploie plus d'inducteurs d'activité et plus de types d'inducteurs d'activité que le système traditionnel. Comme une trousse à outils qui contient un éventail d'outils, ABC emploie différents inducteurs d'activité pour s'adapter aux différentes circonstances.

#### *Le nombre d'inducteur d'activité.*

Il est normal de trouver dix à trente inducteurs d'activité dans un système typique de ABC. Cependant, quelques systèmes de ABC ont en tant que peu d'inducteurs d'activité et certains en ont plus qu'une centaine. Les systèmes traditionnels, ont eu habituellement un seul inducteur d'activité; de temps en temps ils en ont eu au maximum trois.

#### *Types d'inducteurs d'activité.*

Une autre innovation fondamentale de l'ABC est l'identification des différents niveaux d'activité dans la plupart des organismes. Les différents niveaux d'activité exigent différents types d'inducteurs d'activité, comme représenté sur la figure 2-4.

<b>Activité</b>	<b>Inducteur d'activité</b>
<b>Unité</b>	
Assemblage	Les heures de travail
Emboutissage	Heures de machine
<b>Groupe</b>	
Matériel mobile	Nombre de mouvements
Inspection du premier morceau	Nombre de courses
<b>Produit</b>	
Conception de produits de modification	Notices de changement technique
Chemins de maintien	Nombre de numéros d'article
<b>Client</b>	
Traitement des ordres de client	Nombre d'ordres de client

**Figure 2-4** Niveaux d'activité et de inducteur.

Nous pouvons commencer en regardant trois niveaux d'activités qui existent dans beaucoup de firmes de fabrication:

- *Unité* : les activités sont exécutées sur les unités du produit. Le tapement des fils dans un coude en métal est un exemple d'une activité d'unité.
- *Groupe* : les activités sont exécutées sur des séries de produits plutôt que de différentes unités de produit. L'installation d'une machine pour produire une série de produits ou l'inspection du premier morceau du groupe est des exemples des activités en lots.
- *Produit* : les activités bénéficient de toutes les unités d'un produit particulier. Un exemple est la préparation d'un programme de commande numérique pour un produit.

#### *Coûts reliés aux clients.*

L'innovation de la méthode ABC fonctionne bien pour les clients aussi comme pour les produits. La différence est que le coût d'activités de client est assigné aux clients plutôt qu'aux produits.

Les exemples des activités de client traitent des ordres de client et fournissent l'appui de technologie et de la logistique. Les coûts des activités sont reliés aux clients en utilisant des inducteurs d'activité tels que le nombre d'ordres de client et le nombre de clients.

#### *Les limites des rapports de ABC.*

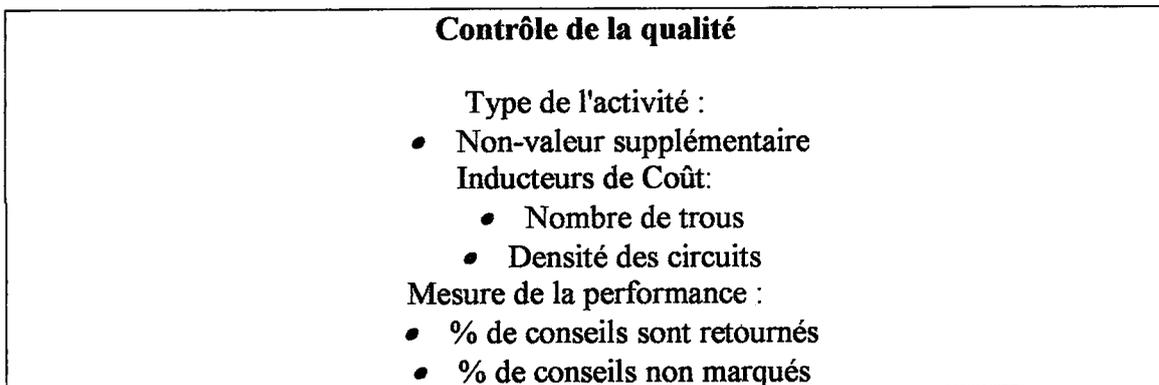
Il y a des limites à la capacité de ABC surtout en rapportant les coûts précis de produit. C'est parce qu'il y a toujours des activités qui ne sont pas directement liées aux produits ou aux clients. Activités qui soutiennent une usine, par exemple, il est très difficile assigner aux produits. Tels les activités incluant le nettoyage, la sécurité de l'usine.

Dans un autre sens, ABC rapporte des coûts plus précis que le coût traditionnel, mais il n'est pas parfait. L'utilisation de l'information de ABC avec confiance et avec soin est recommandée.

#### **La Troisième Innovation : Informations sur des activités**

La troisième innovation de la méthode ABC est la qualité améliorée d'information sur les activités. En plus de l'information de coût, vous trouvez des informations non financières sur le travail qui est effectué.

Par exemple, il y a beaucoup d'information non financier utile que vous devriez connaître concernant le contrôle de la qualité sur la figure 2-5. Le nombre de trous dans les cartes et la densité des circuits déterminent combien d'effort est exigé pour exécuter l'activité (plus de trous et de plus grande densité exigent plus de travail). Ceux-ci déterminent les facteurs nommés *inducteurs de coût*.



**Figure 2-5** Informations sur l'exécution.

Il est également important de savoir à quel point l'activité est effectuée. Des indicateurs des résultats réalisés dans une activité s'appellent des *mesures de performance*.

ABC fournit une combinaison puissante d'information non financière et de coût. Ces deux types de l'information aident ensemble à contrôler et à améliorer l'efficacité de la firme [4].

Comme déjà mentionné dans la partie précédente, la plupart du temps aucune expression technique n'est employée ici pour expliquer ce qu'est la méthode ABC et ce qui sont les innovations qui la différencient du système traditionnel. Et ainsi, le chapitre suivant exprimera ABC dans une manière plus technique.

### 3. Les Objectifs de l'ABC

Au début des années 80, de nombreuses "voix" s'élèvent pour dénoncer les limites des méthodes traditionnelles de contrôle de gestion. Des praticiens et des chercheurs se sont constitués en équipes afin d'élaborer un diagnostic et de promouvoir de nouvelles approches. Les premiers écrits portant sur la méthode de l'«*Activity Based Costing*» sont parus aux États-Unis notamment avec le programme de recherche du CAM-I<sup>1</sup>. En France, il a été relayé par des groupes de recherche comme ECOSIP<sup>2</sup>, et des organismes tel l'AFC<sup>3</sup>. Depuis lors, on voit apparaître de nombreux textes et ouvrages consacrés à ce thème.

#### 3.1. Histoire de l'ABC

Sous de multiples noms, gestion par les activités, gestion des processus inter fonctionnels, comptabilité d'activité, *activity-based costing*, gestion des travaux, *process driven costing*, *process oriented cost accounting*, *cost management system*, une approche apparemment nouvelle a commencé à s'imposer dans le domaine de contrôle de gestion.

---

<sup>1</sup>Computer Aided Manufacturing International. En 1986, le CAM I a constitué un consortium d'organisations industrielles, de cabinets comptables, d'universités et d'agences gouvernementales pour définir le rôle de la gestion des coûts dans le nouvel environnement industriel.

<sup>2</sup> Le groupe de recherche ECOSIP (ECONomie des Systèmes Intégrés de Production) a été créé en 1988 pour réaliser un échange d'informations et d'expériences sur le thème de l'évaluation économique des activités industrielles.

<sup>3</sup> Association Française de Comptabilité

L'intérêt de la méthode ABC a été stimulé par les travaux de R. Cooper, R. S. Kaplan et H. T. Johnson et plus particulièrement par la publication de l'ouvrage de H. T. Johnson et R. S. Kaplan en 1987 [2]. Ces derniers auteurs, en formalisant la nécessité d'une évolution du contrôle de gestion et de ses outils, ont reconnu l'inconsistance et l'arbitraire des règles de répartition classique et ont présenté un nouveau cadre conceptuel fondé sur un découpage de l'entreprise en activités. Il s'agit de calculer des coûts de revient de production plus représentatifs de la réalité industrielle.

En France ce n'est qu'à partir de 1990, la méthode ABC a commencé à faire son apparition dans les textes académiques de contrôle de gestion: les colonnes de la Revue française de Gestion et de la Revue française de Comptabilité se font l'écho des réflexions sur le nécessaire changement de système de calcul des coûts. Mais le véritable tournant dans la diffusion des idées s'effectue en 1991 avec la sortie des ouvrages de P. Lorino, «Contrôle de gestion stratégique», et de P. Mévellec intitulé «Outils de Gestion, la pertinence retrouvée [7]».

D'une part, un débat académique qui s'engage autour de la méthode ABC semble partager la communauté scientifique française en deux catégories antagonistes. D'un côté un certain nombre de théoriciens ont pris la défense de cette méthode tandis que de l'autre côté la méthode est considérée comme une réincarnation de la méthode des sections homogènes.

D'autre part, il existe une divergence dans les points de vue des auteurs américains et des auteurs français. Les Américains qui utilisaient jusqu'à l'introduction de la démarche ABC dans le milieu des années 80 la méthode du *direct costing* basée sur une vision trop simpliste soutiennent en général l'idée que la méthode ABC est une grande innovation. Or, les apports de l'ABC qui s'avèrent patents pour le système de contrôle de gestion américain conduit à de nombreux questionnements dans le cadre français des sections homogènes.

La méthode des sections homogènes, transformée par le plan comptable 1982 en méthode des centres d'analyse, est une pratique répandue en France dans les entreprises

possédant une comptabilité analytique. Cette méthode n'a jamais été véritablement adoptée aux États-Unis, pays dans lequel les pratiques de répartition consistent, le plus souvent, à imputer les charges indirectes selon des coefficients proportionnels à la représentativité des charges directes. C'est ce qui explique en partie le succès relativement important de la méthode ABC pour les Américains.

### 3.2. Les Objectifs de la Méthode ABC

La traduction de la définition de l'*Activity-Based Costing* (ABC) proposée par CAM I Glossary of Activity-Based Management, (1986) est la suivante: «Une méthode qui mesure le coût et la performance des objets de coûts, des activités et des ressources. Le coût des ressources est réparti sur les activités et les activités sont allouées sur les objets de coût en fonction de leur consommation».

La méthode ABC remet en question la comptabilité de gestion traditionnelle qui s'inscrit dans une logique *à posteriori* et qui pourrait être symbolisée selon H. Boisvert par le chien policier qui perpétue une approche de surveillance et de détection [8].

L'approche ABC qui s'inscrit dans une logique de contrôle de gestion *a priori* répond essentiellement à deux objectifs:

- améliorer la pertinence et la fiabilité des calculs de coût,
- permettre la prise de décisions stratégiques sur les produits ou services à l'aide d'une recherche d'information sur l'origine des coûts.

Le principe de base d'ABC est d'utiliser l'activité comme interface entre la ressource et le produit. Contrairement à la comptabilité analytique traditionnelle, la méthode ABC repose sur deux constatations:

- ce sont les activités qui consomment les ressources et non les produits,
- les produits consomment les activités et donc toutes les charges sont directes aux produits.

Selon M. Lebas et P. Mévellec il y a eu trois phases successives pour la méthode ABC [7]:

«Dans une première phase, la méthode a surtout consisté à clarifier le concept d'activité, puis par une inversion de la logique, dans la deuxième phase, les objets de coûts sont considérés comme la cause de la consommation des ressources puisque cause de l'existence de l'activité. Dans une troisième phase, la plus récente, on considère que c'est le client qui est la cause de l'existence de l'objet et que c'est donc lui qui est le point de départ du management des coûts.»

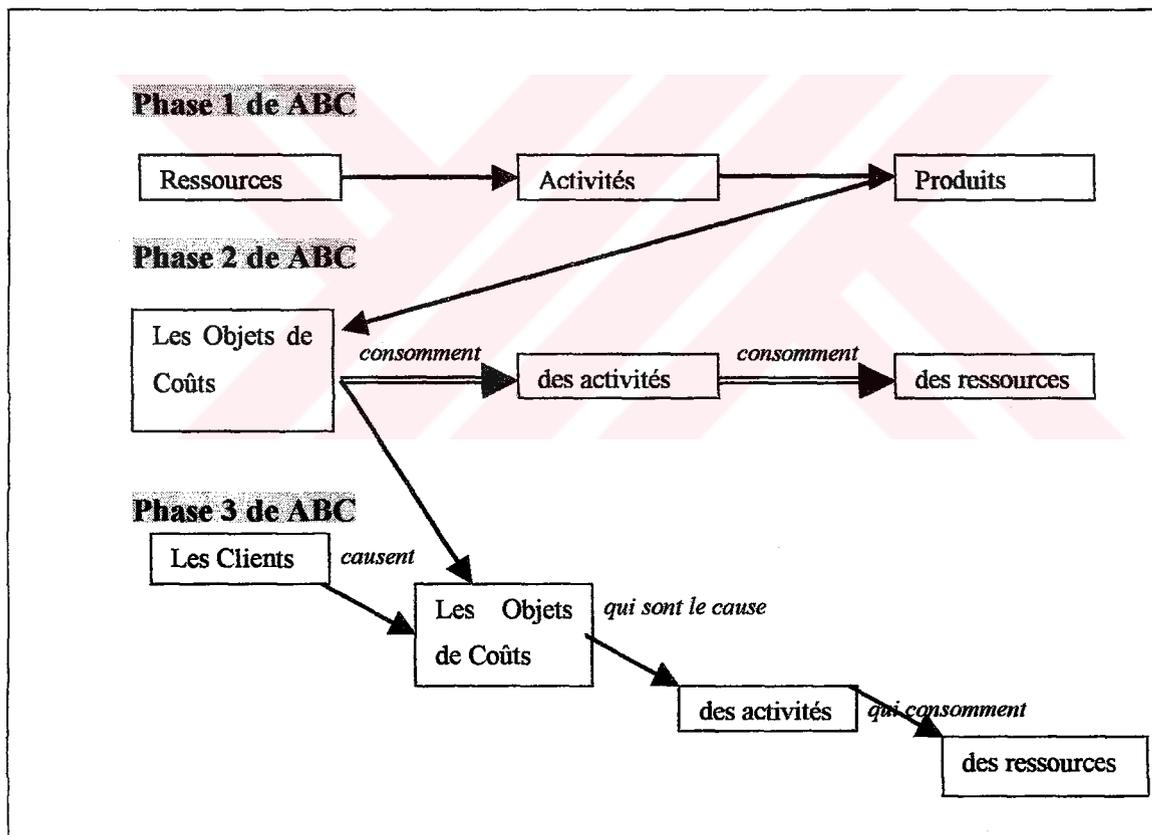


Figure 3-1 Les Trois Phases de l'approche ABC

Depuis que la méthode ABC a été portée sur la place publique, l'argument de vente le plus souvent référencé pour les précurseurs de la méthode est l'amélioration de

l'exactitude des coûts des produits. Au-delà d'une meilleure connaissance des coûts des produits l'intérêt primordial de la méthode ABC réside dans sa capacité à déterminer les différents niveaux de causalité qui sont à l'origine des coûts.

Dans cette perspective, nous allons souligner les apports de la méthode ABC dans le paragraphe suivant.

### **3.3. Les Apports de la Méthode ABC**

Les précurseurs de l'ABC prétendent que la méthode comporte de nombreux avantages et qu'elle permet de résoudre certaines déficiences de la comptabilité de gestion traditionnelle. Notamment, on aurait une meilleure allocation des coûts avec l'utilisation d'inducteurs plus logiques et plus représentatifs de la réalité qui à leur tour explicitent mieux les liens de causalité entre objets de coûts et consommation de ressources. La méthode permettrait en outre, d'avoir une vision transversale de l'organisation.

Pourtant il n'y a pas d'accord unanime sur les apports formulés de la méthode ABC. Pour ce qui concerne la qualité des apports d'ABC, la population concernée des gestionnaires se subdivise entre partisans et opposants. Plus particulièrement, pour ce qui concerne l'usage français, la méthode des centres d'analyse, se trouve au centre des polémiques.

#### **3.3.1. Une Meilleure Allocation de Coûts**

Selon ses fondateurs la méthode ABC permet une meilleure allocation des coûts et tente de remédier aux insuffisances des méthodes traditionnelles.

Parmi les critiques sur la méthode des centres d'analyse, il en existe deux qui apparaissent fréquemment dans la littérature du contrôle de gestion:

- la première critique concerne l'approche strictement volumique de la répartition des charges.
- la deuxième est que l'effet de taille des séries n'est pas pris en considération dans la méthode traditionnelle.

La méthode ABC construite autour de la notion centrale d'activité tente de remédier à ces deux critiques. En premier lieu, le caractère volumique des méthodes traditionnelles qui acceptent le volume de produits finis comme la seule variable explicative de la consommation de ressources dans l'entreprise est fortement critiquée compte tenu de l'importance croissante des charges indirectes et du poids de plus en plus négligeable des charges directes. Ainsi, les effets pervers liés à la répartition volumique ont été rapidement perçus par les auteurs et les praticiens. Le cœur de la problématique de l'ABC consiste à remarquer que les coûts obtenus par les règles classiques sont entachés d'erreur et qu'il faut raisonner au-delà des critères de volume. Contrairement au modèle comptable traditionnel les inducteurs de coûts de l'approche ABC ne sont pas strictement volumiques: Des inducteurs qui ne sont pas nécessairement corrélés au volume de produits finis comme le nombre de lots, le nombre de commandes, le nombre de livraisons, le nombre de pièces ou de composants dans un produit, le type de clients et de marché sont souvent utilisés.

En second lieu, les fondateurs de la méthode ABC suggèrent que les unités d'œuvre classiques que l'on peut définir comme «volumiques», ne peuvent pas distinguer les produits fabriqués en grandes quantités de ceux fabriqués en petites quantités, ce qui les rend insensibles aux économies d'échelle réalisées [9]. De ce fait, les produits fabriqués en grandes séries sont avantagés par rapport à ceux fabriqués en petites séries.

G. Causse suggère que les critiques faites sur ces deux points à la méthode des centres d'analyse concernent davantage une mauvaise utilisation de la méthode des centres d'analyse et non sur la méthode elle-même [10]. Pour A. Burlaud et C. Simon c'est la «simplification abusive» de la méthode des centres d'analyse qui est la source des insuffisances rencontrées [11].

A ce point-là, nous considérons qu'il faut plutôt condamner l'utilisateur et non l'outil.

### 3.3.2. L'Introduction de la Causalité

Dans la démarche ABC, il existe une véritable inversion de logique qui introduit une nouvelle relation de causalité: on part du produit pour arriver au coût au lieu de partir du coût pour arriver au produit.

Pour les précurseurs de l'ABC qui partent du constat qu' *«on ne peut pas contrôler les coûts, on peut seulement contrôler les activités qui causent les coûts [12]»* l'établissement des liens de causalité entre les coûts et les objets de coût constituent la clé de voûte de l'approche. Donc, l'objectif de la méthode ABC n'est pas d'influencer uniquement le niveau des coûts, mais de comprendre pourquoi les coûts existent afin de chercher à les éviter.

En France selon H. Boisvert la problématique de causalité se trouve au cœur de l'approche ABC, il propose de mettre l'accent sur le management des coûts avec identification de causalité [13].

Pour M. Lebas qui refuse la fatalité de l'existence des coûts la manière de faire les choses cause les activités, chaque activité cause les coûts qui la concernent et le produit consomme des activités [14]. Dans son article intitulé *«Which ABC? Accounting Based on Causality Rather than Activity-Based Costing»* M. Lebas suggère que les trois lettres de l'ABC désigne une approche de comptabilité basée sur la notion de «causalité» qu'il appelle «Comptabilité à Base de Causes». La méthode ABC ne doit pas être considérée comme une simple évolution dans la technique de calcul des coûts, il s'agit plutôt de reconstruire une nouvelle représentation du fonctionnement de l'entreprise basé sur une nouvelle logique de causalité. Dans cette perspective il évoque l'idée qu'on ne peut pas gérer par les coûts, mais qu'on peut gérer par les activités étant donné qu'on sache les liens de causalité entre objets de coûts et ressources.

L'intérêt de l'adoption de la méthode ABC réside donc moins dans un calcul de coût plus précis que dans l'identification précise des différents niveaux de causes de consommation de ressources.

### 3.3.3. La Prise en Compte de la Notion et de Transversalité

La méthode ABC correspond à une vision nouvelle de l'entreprise par rapport à celle de la comptabilité traditionnelle qui rattache coûts et revenus aux unités administratives regroupées en fonctions et divisions. La pierre angulaire de la méthode ABC est la coordination entre les différentes activités par une organisation du contrôle de gestion basée non plus sur un découpage fonctionnel vertical, mais sur un découpage transversal.

On qualifie cette vision nouvelle de transversale et la vision traditionnelle de vision verticale de l'entreprise.

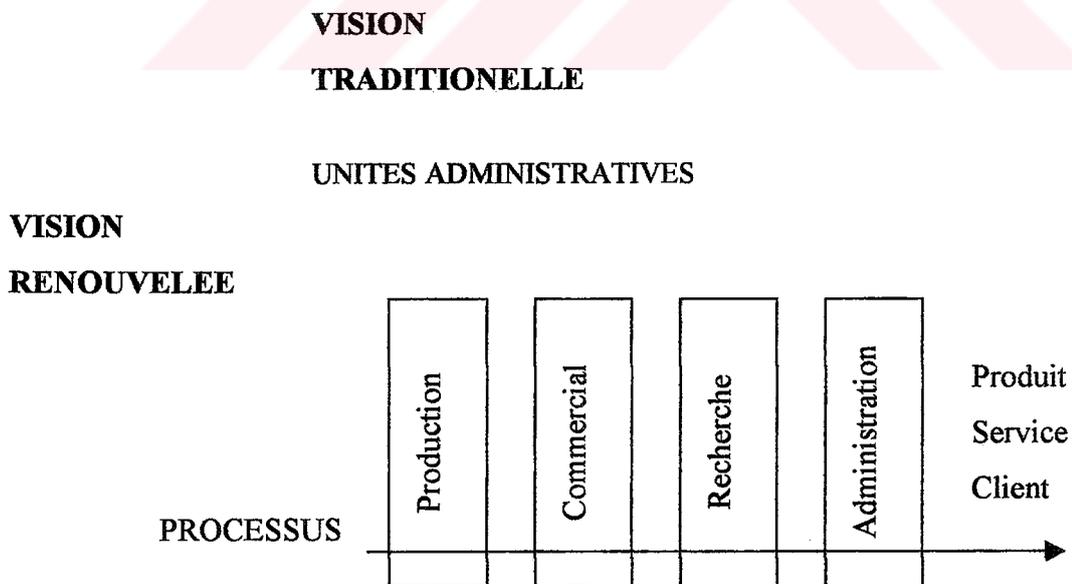


Figure 3-2 La Vision Transversale de l'entreprise

Une unité administrative dont la base est constituée par un savoir-faire commun est un regroupement d'activités par métier. Un processus effectue les regroupements d'activités autour d'une finalité avec comme base un output global commun. Une telle structure transversale permet de mieux gérer les espaces blancs qui se trouvent entre les cases de l'organigramme [15].

En effet, il s'agit de deux manières différentes perpendiculaires, c'est-à-dire, pour ce qui nous intéresse, transversales. Ainsi, nous pouvons en conclure que la comptabilité à base d'activités consacre une rupture dans la représentation en révélant le décloisonnement de l'organisation. Une approche transfonctionnelle s'oppose ainsi à la logique traditionnelle de découpage de l'organisation par fonction.

A la différence de la démarche de modélisation définie comme «l'unité comptable est divisée en centres d'analyse qui correspondent, en principe, aux centres de travail (bureaux, magasins, ateliers,...), tels qu'ils résultent de l'organigramme. Si besoin est un centre de travail peut être scindé en plusieurs sections», dans l'approche ABC, la maille d'analyse est constituée par les activités qui se veulent indépendantes de la structure organisationnelle de l'entreprise.

La méthode ABC qui introduit une nouvelle structure transversale peut servir de catalyseur à une remise en cause de la vision traditionnelle de la comptabilité de gestion qui ne répond plus aux besoins actuels des entreprises.

Nous pouvons en déduire qu'une meilleure allocation des coûts est un apport «mitigé» du à une mauvaise utilisation de la méthode des centres d'analyse. Cependant les deux apports essentiels que la méthode ABC procure ne doivent pas être négligés:

- l'établissement d'une nouvelle logique par la mise en évidence des liens de causalité entre les coûts et les activités;
- un nouvel architecture de l'entreprise qu'on qualifie de transversale par une décomposition par activités.

### 3.4. Définition des Concepts Principaux

Après avoir vu l'histoire et les différences entre les méthodes traditionnelles et ABC, nous devons expliquer les concepts de base comme l'activité, les inducteurs de coût etc. que nous n'ont pas encore donné les définitions.

Il y a deux points de vue essentiels pour la méthode ABC. L'une est basée sur *les coûts* et l'autre sur le *processus*. Tous les deux ont le facteur commun qui est l'activité. Il y a également quelques autres facteurs que nous devons prendre en considération en raison de leur rôle essentiel dans notre problème ; les inducteurs de coût et en outre, les éléments de coût et les mesures de performance. Avant de passer aux deux visions principales, nous allons expliquer ces facteurs principaux.

ABC est une méthode de comptabilité analytique basée sur l'idée que les produits exigent une certaine organisation qui crée des coûts. Dans ABC, les systèmes sont conçus de sorte que tous les coûts qui ne peuvent pas être attribués directement dans le processus de production des produits, dans les activités qui les rendent nécessaires et le coût respective de chaque activité est attribué dans le produit qui rend l'activité nécessaire basée sur la consommation respective de cette activité.

*Produit* est employé ici dans son sens plus large. Il signifie n'importe quel bien ou service que l'organisation offre sur le marché. Ceci inclut les services de santé, l'assurance, les crédits bancaires, les automobiles, les services de conseil, les pizzas, l'essence, les films, les jeux, les livres sur ABC, ou n'importe quel autre article produisant des revenus. Tous ces produits exigent que l'organisation qui les fournit exécute certaines activités. Ces activités, à leur tour, consomment des ressources.

Les coûts sont directement attribuables à un produit ou attribuables à une activité. L'acier utilisé dans l'amortisseur d'une automobile est directement attribuable à l'amortisseur. Le salaire du directeur des ressources humaines de l'usine de l'amortisseur est attribuable à un ou plusieurs activités de l'usine. Dans ABC, tous les coûts qui ne peuvent pas être chargés directement à un produit sont changés en des

activités qui causent ces coûts encourus. Le coût de chaque activité est alors chargé au produit qui rend l'activité nécessaire.

**Activité** est un mot qui a été employé à plusieurs reprises pendant les premiers chapitres de ce mémoire, mais nous ne l'ont pas encore défini. Les activités sont habituellement définies comme des *processus ou procédures qui causent le travail*. Par exemple, dans un département de comptes à payer, les activités pourraient inclure le rassemblement et le remplissage des reçus des rapports, des ordres d'achat, et factures; le contrôle des données sur les documents assortis ; la suivie des exceptions ; données de distribution sur les factures ; bons de traitement en lots pour la saisie de données ; entrer l'information dans un système informatique; la mise en dossier de la documentation traitée ; et documentation de bon d'expédition pour le département en charge. Ensemble, ces activités forment un centre d'activité [16].

ABC en cas d'application dans des sociétés de taille moyenne et des organisations petites diffère à ces termes. Ici, dans les sociétés de taille moyenne, les activités sont définies comme des *groupes de processus ou de procédures relatifs qui satisfont ensemble un besoin particulier de travail de l'organisation*. Dans des organisations plus petites, tous les processus et procédures figurant dans le département des comptes à payer comme des activités ne pourraient pas rendre nécessaire le temps ou le coût d'un seul processus ou procédure considérée parmi les activités d'une société plus grande.

La clé dans la définition des activités est de diviser les opérations de l'organisation en des activités *appropriées*. Au fur et à mesure que les concepts et les techniques globaux de ABC sont mieux compris, ce processus devient beaucoup plus facile. Définissons tous ces concepts commençant par l'élément de coût.

**L'objectif de coût** est un autre concept important dans la compréhension de la méthode ABC. Un élément de coût est *un article final pour lequel l'accumulation des coûts est désirée*. Un élément de coût final accumule les coûts pour le transfert en dehors de l'organisation, tandis qu'un élément de coût 'intérim' interne accumule les coûts pour la réutilisation dans l'organisation.

Les éléments de coût finaux sont des produits ou des services que la société fournit à ses clients. Dans le processus de fabrication, ils peuvent être des articles comme des produits finaux, un seul processus de fabrication, un outil possédé par un client, ou un service de technologie, la clé caractéristique des éléments de coût final est qu'ils sont réels ou immobilisations incorporelles dont la propriété est par la suite transférée en *dehors de l'organisation*, avec le coût accumulé de l'élément habituellement étant comparé avec le revenu.

**Les inducteurs de coût** sont les facteurs qui déterminent la charge et l'effort de travail exigés pour exécuter une activité. Ils incluent des facteurs de l'exécution des activités antérieures dans la chaîne aussi bien que des facteurs internes à l'activité.

Les inducteurs de coût vous indiquent *pourquoi* une activité (ou la chaîne des activités) est exécutée. Spécifiquement, des activités sont exécutées en réponse aux événements antérieurs. Établissement d'un programme pour une série de pièces, par exemple est une réponse à un ordre de client ou à un travail d'inventaire, c'est 'le pourquoi'. En revanche, l'établissement du programme des pièces exige *l'effort*.

En outre, dans l'ABC, un inducteur de coût est défini en tant que '*cause de racine*' d'un coût. Suivant cette définition, il peut y avoir une masse de différents inducteurs de coût dans un simple service, dont la plupart avec des définitions étroites. Quelques exemples sont:

- La distance parcourue par les camions
- Nombre de plaintes sur les matérielles
- La notice de changement de technologie par pièce.

Les inducteurs de coût indiquent également *combien* d'effort doit être fait pour mener à bien les travaux. Un défaut dans la pièce ou les données reçues d'une activité antérieure, par exemple, peut augmenter l'effort exigé. Une demande contenant le numéro ancien d'une pièce exige la correction avant d'accomplir l'ordre d'achat. Un

schéma de technologie qui ne reflète pas les processus courants exige un effort additionnel pendant l'installation d'une machine.

Les inducteurs de coût sont utiles parce qu'ils indiquent des opportunités pour l'amélioration. Une réduction du taux de défaut pour des demandes, par exemple, permet à l'effort et aux ressources gaspillées d'être éliminées dans l'activité d'achat [4].

**Les mesures de performance décrivent le travail effectué et les résultats réalisés dans une activité.** Ils indiquent le degré auquel une activité est exécutée. Ils communiquent comment l'activité satisfait les besoins de ses clients internes ou externes. Ils incluent des mesures de *l'efficacité* de l'activité, le *temps* requis pour accomplir l'activité, et la *qualité* du travail effectué.

Dans une usine de valve, par exemple, le métal est fondu dans la fonderie. Alors il est expédié dans un autre département où on verse le métal fondu dans les moules, et leur permet de se refroidir, et les transfère à une autre activité qui casse et enlève les moules pour libérer les pièces. Toutes ces activités et beaucoup de plus, travaillent ensemble pour fournir les valves finies aux clients de la compagnie.

Comme nous avons déjà dit, il y a deux dimensions importantes de l'ABC moderne. La première basée sur le coût fournit de l'information sur le travail continu d'une compagnie aussi bien que de l'information sur les produits et les clients tirant bénéfice de ce travail. La deuxième dimension, celle du processus fournit de l'information sur le *'pourquoi'* du travail effectué, quels facteurs déterminent *effort* requis pour l'exécuter, et à quel point les travaux sont menés à bien. Tout ceci facilite la gestion des activités comme si on était dans une chaîne de *clients* qui travaillent collectivement pour satisfaire les besoins du client externe.

La vraie puissance de l'ABC bidimensionnel est que les jugements peuvent être basés sur la combinaison du coût et de l'information non financière. Elle dirige la stratégie de produit et de client de l'organisation vers des opportunités profitables. En outre, elle

guide la capacité de l'amélioration d'une compagnie vers la conception et la construction des produits destinés à ses marchés choisis.

La *dimension du coût* est la partie verticale du modèle montré dans la figure 3-3. Il reflète le besoin des organisations à assigner des coûts aux activités et aux éléments de coût (y compris les clients aussi bien que des produits) afin d'analyser des décisions critiques. Ces décisions incluent l'évaluation, la gamme des produits, les décisions de produit, et l'établissement des priorités pour des efforts d'amélioration.

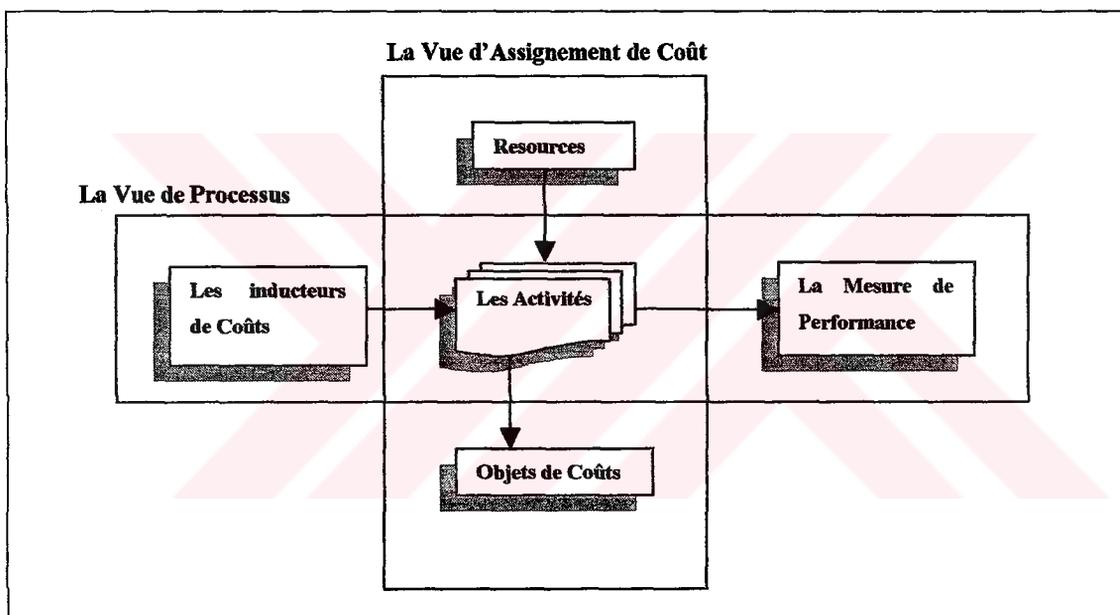


Figure 3-3 Le Modèle d'ABC.

Le coût Activité basé est venu un long chemin dans une période courte. A par le passé pensé à comme juste meilleure manière de coûter les produits, ABC a maintenant plus de points de foyer des utilisations additionnelles. Le coût et l'information non financière travaillent ensemble pour rapporter des perspicacités stratégiques et opérationnelles.

La deuxième dimension du modèle de ABC est le *processus*. C'est la partie horizontale du modèle sur la figure 3-3.

A un niveau plus détaillé, la dimension de processus de ABC inclut de l'information sur les inducteurs de coût et les mesures de performance pour chaque activité. Ces inducteurs de coût et les mesures de performance sont principalement *non financières*. Ils sont utiles pour l'interprétation et l'amélioration de l'exécution de l'activité et du processus, par exemple, l'effort et les ressources gaspillées qu'on peut éliminer dans l'activité d'achat. Par le biais des mesures de performance nous pouvons constater ; quel pourcentage des pièces doivent être retouchés et quel pourcentage sont parfaits, plus la qualité de l'activité est inférieure, plus élevé son coût global, et plus l'influence nuisible sur la prochaine activité dans le processus est grand. La valeur reçue par le client peut par la suite être aussi bien diminuée.

La *dimension du processus* reflète le besoin des organisations pour une nouvelle catégorie d'information. C'est de l'information sur les événements qui influencent l'exécution des activités et les causes de cette activité. Les organisations peuvent employer ce type d'information pour aider le management à améliorer l'exécution et à augmenter la valeur reçue par des clients.

D'autre part, comme vu dans (la figure 3-4), un processus est une chaîne d'activités qui sont réalisées ensemble pour exécuter un objectif spécifique. Les activités dans un processus ont des inducteurs de coût et des mesures de performance communes.

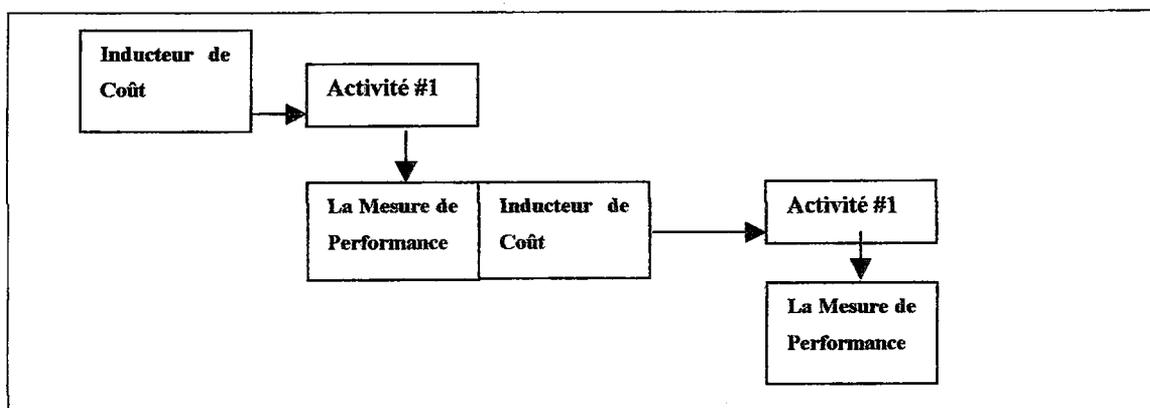
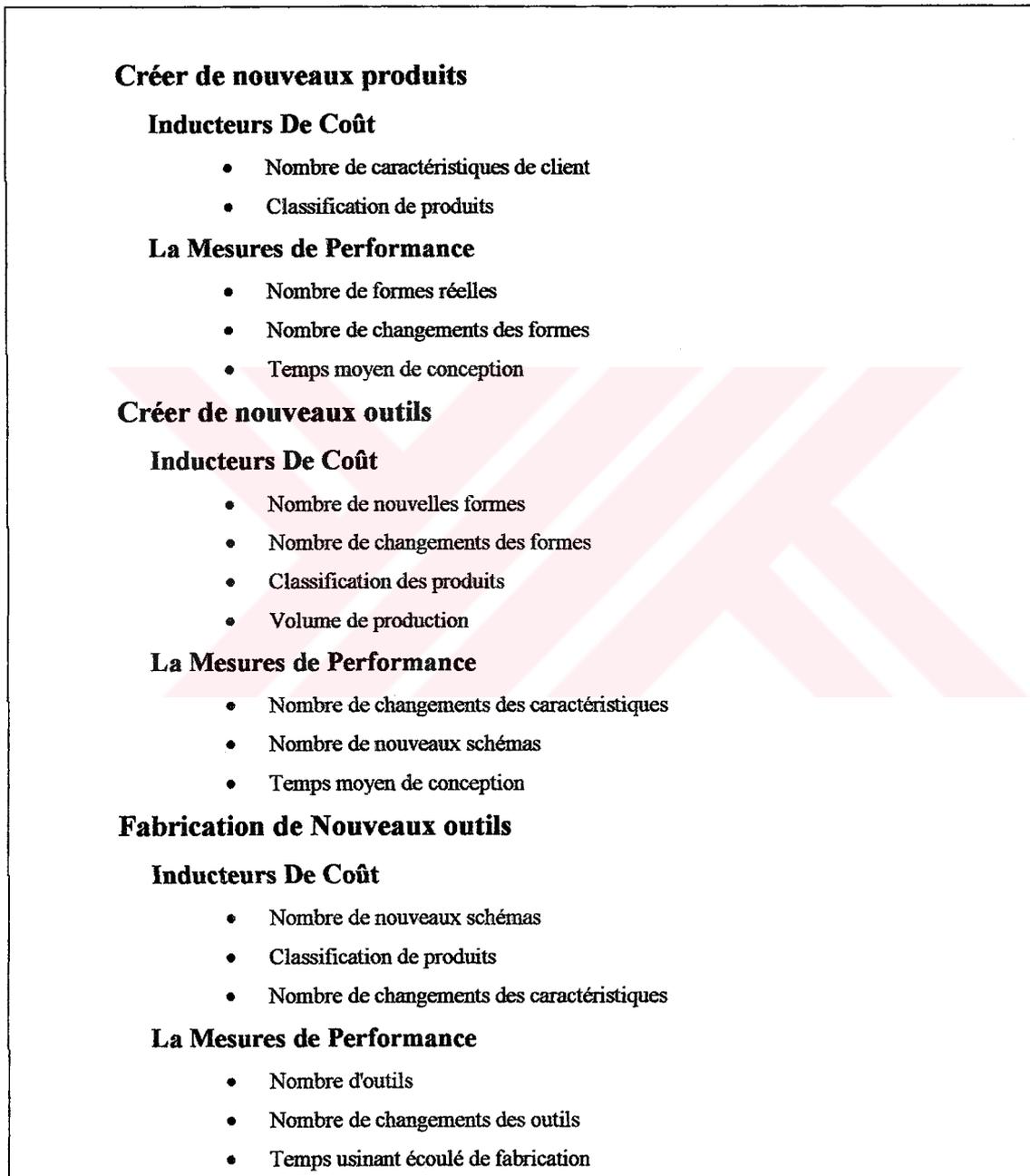


Figure 3-4 L'interdépendance des activités dans un processus.

C'est vrai en ce qui concerne le produit et le procédé de développement d'outillage de Dayton Plastiques. Il y a trois activités dans ce processus : conception de nouveaux produits, conception de nouveaux outils, et fabrication de nouveaux outils (Figure 3-5).



**Figure 3-5** Un procédé de développement de produit à Dayton Plastiques Expulsés.

Comme montré dans la figure 3-5, la conception de nouveaux produits a deux inducteurs de coût. Le *nombre de nouvelles caractéristiques demandées par le client* détermine le volume de travail. La *classification de produits* (les produits complexes sont plus difficiles à concevoir) détermine l'effort exigé pour compléter la conception. Ce deuxième inducteur de coût est commun à chacune des trois activités dans le processus.

Il y a trois mesures de performance pour l'activité de *conception de nouveaux produits*. Le nombre de formes réelles est une mesure de rendement d'activité. Le nombre de changements des formes (une mesure de qualité) et la mesure du temps moyen de conception détermine la vitesse du travail effectué.

*Conception de nouveaux outils* a quatre inducteurs de coût : le nombre de nouvelles formes, le nombre de changements des formes, le nombre des produits classifiés, et le volume prévu de production. Notez que les deux premiers inducteurs de coût sont des mesures de performance de l'activité antérieure.

Les mesures de performance pour la *conception de nouveaux outils* incluent le nombre de changements des caractéristiques, le nombre de nouveaux schémas, et le temps moyen de conception. Ces mesures de performance sont des inducteurs de coût pour la prochaine activité dans la chaîne de production des outils.

Cet exemple montre comment chaque activité dépend de l'exécution des activités précédentes et de l'impact qu'elle a sur ses clients. Les inducteurs de coût et les mesures de performance nous aident à comprendre et à contrôler ces interdépendances [4].

### **3.5. L'utilisation Multiple pour ABC**

La méthode ABC corrige la déformation de sorte que les gens puissent connaître quels processus, services, et produits coûtent vraiment. En outre, ABC inclut les coûts bien au delà de ceux employés pour calculer les coûts d'inventaire, les dépenses de vente et

de distribution par exemple. ABC n'a aucune frontière facilement identifiable parce que c'est un système de gestion et donc ses caractéristiques dépendent de la façon dont il sera employé. ABC peut fournir de l'information sur "le coût total délivré".

Les pionniers à utiliser cette méthode, les entreprises comme Hewlett Packard, sont devenus les premiers à appliquer ABC en lançant des modèles expérimentaux de ABC. Au fur et à mesure qu'on a appliqué ce système, les praticiens ont appris les possibilités de ABC par l'aide de l'expérience acquise, et les applications augmentées de ABC. ABC s'est alors transformé en ABM (la gestion basée sur l'activité), avec des limites plus larges et elle inclut la gestion des coûts aussi bien qu'une attribution plus appropriée des coûts aux processus et aux produits.

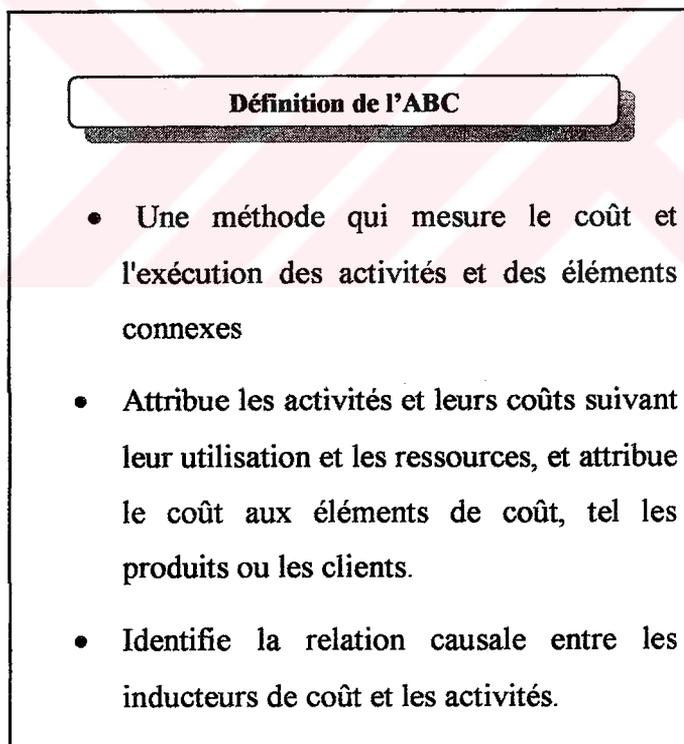


Figure 3-6 Quel est ABC?

Dans cette amorce, ABC est l'outil qui identifie et calcule les coûts pour les activités, les processus, et les résultats des activités, comme les produits ou les services. La figure 3-6 montre la définition utilisée par CAM-I (consortium pour la production internationale avancée; la production assistée par ordinateur autrefois) [17].

ABM, d'autre part, fournit de l'information pour des activités de gestion en utilisant des données de ABC et d'autres outils pour réaliser l'amélioration continue. (Voir la figure 3-7 pour la définition de l'ABM).

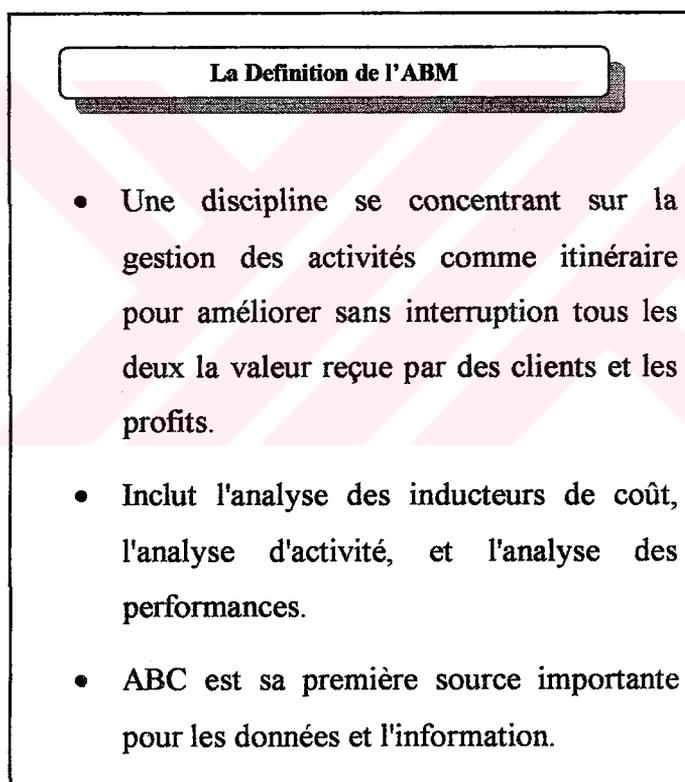


Figure 3-7 Quel est ABM?

### **Pourquoi ABM ?**

Pourquoi se servir de l'ABM tandis qu'on a l'ABC? Avec des données de ABM, les équipes sont devenues des parties fortes du processus de production et de gestion, pour identifier la perte, pour réduire les durées de cycle, et pour accomplir leurs tâches

profitablement. Ces améliorations sont réalisées grâce aux données que la comptabilité traditionnelle ne peut pas fournir. La figure 3-8 prouve que l'ABM permet aux utilisateurs de recevoir et de profiter des données, de l'information appropriée. Il leur fournit une chance d'ajouter une valeur significative au processus de gestion.

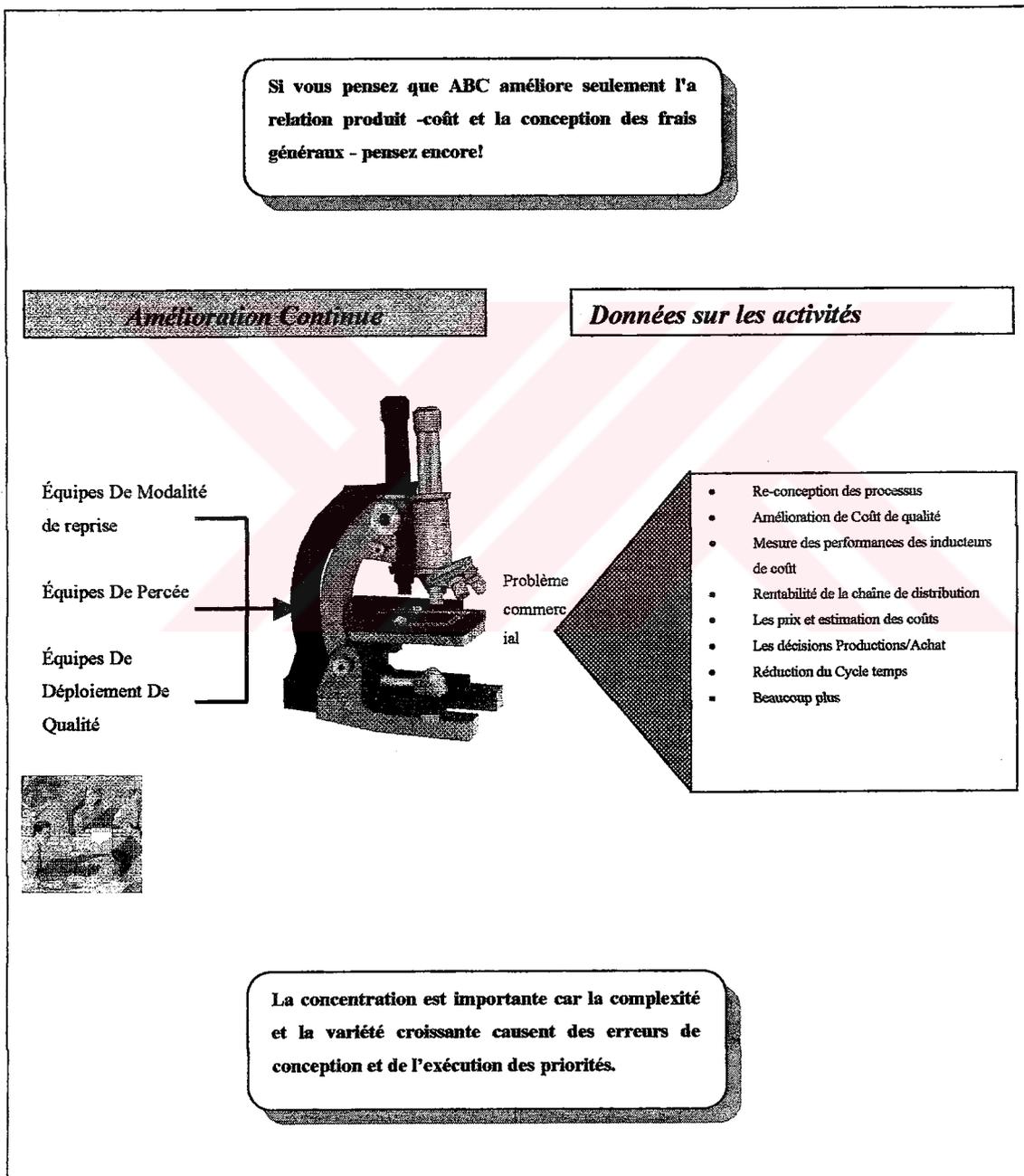


Figure 3-8 Pourquoi ABM?

Les nombres fournis par un système traditionnel sont très dangereux pour les entreprises si elles les considèrent comme leurs coûts réels. Généralement, les directeurs sont sous une illusion que si les comptables peuvent produire les nombres, le système doit fonctionner. Ils confondent les systèmes d'information avec les coûts pratiques.

ABC/ABM peut être mis en application dans des entreprises de service aussi bien que, les entreprises de fabrication. Jusqu'ici, la plupart des réalisations ont été dans des usines, des environnements de fabrication. Cependant, les entreprises de service peuvent également réaliser les avantages significatifs en comprenant comment le comportement de coût se relie aux conditions d'affaires. Les fournisseurs de service tels que les compagnies d'assurance emploient de plus en plus ABC/ABM [17].

Combien est-il coûteux de mettre en application et maintenir un système ABC/ABM? Les avantages excèdent-ils les coûts? La réponse est prévisible "Ça dépend". Puisqu'il y a tellement de liberté et de flexibilité en concevant un système ABC/ABM, il vaut mieux de maintenir le système simple au commencement et de réduire au minimum le temps et l'effort dépensés en recueillant et en calculant les données. Employez les raccourcis. Les évaluations dans ABC/ABM tiennent l'essai de crédibilité parce que la matérialité et la pertinence des coûts sont considérées dans la phase de conception. De plus, la loi de Pareto par lequel "peu expliquent beaucoup" règne dans la compréhension du comportement de coût.

## 4. L'Application de la Méthode ABC

Jusqu'à cette partie de notre travail nous avons seulement parlé des théories. Pour une compréhension plus claire, nous devons donner un exemple numérique concernant le concept ABC, mais cette illustration sera simple. Après avoir eu l'information sur la prise de décision multicritères, un exemple sera étudié. Maintenant, imaginons que notre firme fabrique une plaque utilisée dans l'assemblage d'un produit final. Nous calculerons une estimation des coûts pour la plaque, d'abord en utilisant la méthode traditionnelle de coût avec les données suivantes. Puis, nous effectuerons le même calcul avec ABC pour voir la différence entre ces deux méthodes et également la supériorité de la méthode ABC.

**Tableau 4-1 Les Matériaux**

<b>Matériaux</b>	<b>Coût</b>
Plaque	\$ 4.72
Plaque pour la monture du ventilateur	32.41
Plat avant	16.54
Plat arrière	13.85
Entretien	3.46
Radiateur	10.35
Vis (6)	0.17

### **TRAVAIL**

Atelier de construction mécanique - radiateur de forage (Lot de 10 morceaux)

Salaires - indirects à \$ 18.14 ; Direct à \$ 11.04

**Tableau 4-2 Travail**

<b>Travail Activité</b>	<b>Indirect</b>	<b>Direct</b>
Installation de machine -- 1.1 heures		\$ 12.14
Temps d'exécution -- .42 heures		4.64
Nettoyage et correction -- .25 heures		2.76
Paperasserie -- .05 heures	\$ 0.91	
Inspection -- .5 heures	9.07	
Le radiateur anodisé au fournisseur -- .5 heures	9.07	
Le retour de radiateur du fournisseur -- .17 heures	3.08	

**Les Frais Généraux**

Le taux des frais généraux est 120% de la main d'oeuvre directe totale.

Accomplissez maintenant l'estimation des coûts.

<b>Coût du matériel</b>	<b>\$ 81.50</b>
<b>Coût de la main-d'oeuvre</b>	<b>\$ 19.54</b>
<b>Frais Généraux</b>	<b><u>\$ 23.45</u></b>
<b>Total</b>	<b>\$124.49</b>

Pensons que plusieurs jours après avoir accompli notre estimation des coûts suivant le système traditionnel, nous recevons un message que nous avons demandée à un fournisseur qui peut fournir la plaque pour \$117.38. Au début, il paraît que nous pouvons sauver notre firme \$7.11 pour chaque partie en achetant du fournisseur. Cependant, il y a des coûts additionnels que nous allons faire face si nous choisissons l'itinéraire d'achat :

<b>Matériel</b>	<b>Coût</b>
4 boulons pour le radiateur à .05 pièce	\$ 0.20
<b>Travail</b>	
Radiateur de boulon --.95 heures	10.49
Assemblage de plaque --.06 heures	<u>.66</u>
<b>Total</b>	<b>\$ 11.35</b>

Il coûte réellement \$ 128.73 pour acheter la pièce. Avec les coûts supplémentaires ajoutés, il semble être \$ 4.24 plus cher à acheter, plutôt que de fabriquer le produit. Il semble alors par cette méthode d'estimer que nous avons l'idée suivante : nous devrions continuer à fabriquer la plaque. Mais avant de prendre cette décision, nous essayons une estimation des coûts par la méthode ABC.

Une estimation des coûts employant ABC arrive aux résultats suivants pour les frais généraux, en utilisant un salaire indirect de \$ 18.14. Le premier ensemble de figures reflète des frais généraux encourus si la firme fabrique la pièce. Le deuxième ensemble de figures reflète les coûts à encourir si la firme achète la plaque.

**Tableau 4-3** Coût de réception et d'inspection

**FABRIQUER LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps de réception</u>	<u>Temps d'Inspection</u>
Plaque	.17 heures	.5 heures
Plaque pour la monture du ventilateur	.17 heures	.5 heures
Plat avant	.17 heures	.5 heures
Plat arrière	.17 heures	.5 heures
Entretien	.17 heures	.25 heures
Ext. de radiateur.	.17 heures	.5 heures
<b>Totaux</b>	<b>1.02 heures</b>	<b>2.75 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>3.77 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 68.39</b>

**ACHAT DE LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps de réception</u>	<u>Temps d'Inspection</u>
Plaque	.17 heures	.5 heures
Radiateur	.17 heures	.5 heures
<b>Totaux</b>	<b>.34 heures</b>	<b>1.0 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>1.34 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 24.30</b>

La firme dépenserait \$ 44.09 moins sur la réception et l'inspection si elle achetait la plaque au lieu de la fabriquer.

**Tableau 4-4 Coût de Stock****FABRIQUER LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Heure pour stocker</u>	<u>Durée du travail pour la reprise</u>
Plaque	.03 heures	.03 heures
Plaque pour la monture du ventilateur	.03 heures	.03 heures
Plat avant	.03 heures	.03 heures
Plat arrière	.03 heures	.03 heures
Forage de radiateur	.03 heures	.03 heures
Réglage du taux de pression du moteur	.17 heures	.03 heures
<b>Totaux</b>	<b>.32 heures</b>	<b>.18 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>.50 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 9.07</b>

**ACHAT DE LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Heure de stocker</u>	<u>Durée du travail pour la reprise</u>
Plaque avant	.03 heures	.03 heures
Radiateur	.03 heures	.03 heures
<b>Totaux</b>	<b>.06 heures</b>	<b>.06 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>.12 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 2.18</b>

La compagnie dépenserait \$ 44.09 moins sur le stockage s'il achetait la plaque au lieu de la fabriquer.

**Tableau 4-5 Coût de l'achat****FABRIQUER LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps de commande des pièces</u>	
Plaque avant	.1 heure	
Plaque pour la monture du ventilateur	.1 heure	
Plat avant	.1 heure	
Plat arrière	.1 heure	
Entretien	.1 heure	
Ext. de radiateur.	.1 heure	
<b>Totaux</b>	<b>.6 heures</b>	
<b>Coûts</b>	<b>.6 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 10.88</b>

**ACHAT DE LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps de commande des pièces</u>	
Plaque avant	.1 heure	
Boulon sur l'évier	.1 heure	
<b>Totaux</b>	<b>.2 heures</b>	
<b>Coûts</b>	<b>.2 heures x \$ 18.14 =</b>	<b>\$ 3.63</b>

La compagnie dépenserait \$ 7.25 moins, s'il achetait la plaque au lieu de la fabriquer.

**Tableau 4-6 Coût de la planification****FABRIQUER LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps</u>
A - coupe et forage du radiateur	.03 heures
B - le reçu d'atelier de construction mécanique	.03 heures
C - envoie pour le taux de pression moteur	.17 heures
D - réglage du radiateur au taux de pression du moteur	.5 heures
E - reprise du Radiateur	.17 heures
<b>Totaux</b>	<b>.90 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>.90 heures x \$ 18.14 = \$ 16.33</b>

**ACHAT DE LA PLAQUE**

<u>Pièces</u>	<u>Temps</u>
Assemblage de la plaque	.03 heures
<b>Totaux</b>	<b>.03 heures</b>
<b>Coûts</b>	<b>.03 heures x \$ 18.14 = \$ 0.54</b>

La compagnie dépenserait \$ 15.79 moins sur la planification si elle achetait la plaque au lieu de la fabriquer.

Maintenant, laissez-nous récapituler ce que nous avons calculé et déterminer le coût total pour la plaque si nous l'achetons et si nous la fabriquons :

	<b>Fabrication</b>	<b>Achat</b>	<b>Différence</b>
<b>Coût du Matériel</b>	\$ 81.50	\$ 117.38	\$ (35.88)
<b>Coût de la main-d'œuvre</b>	19.54	11.15	8.39
<b>Frais Généraux</b>			
Réception	68.39	24.30	44.09
Stockage	9.07	2.18	6.89
Achats	10.88	3.63	7.25
Planification	16.33	0.54	15.79
<b>Totaux</b>	<b>\$ 104.67</b>	<b>\$ 30.65</b>	<b>\$ 74.02</b>
<b>Coût Total</b>	<b>\$ 205.71</b>	<b>\$ 159.18</b>	<b>\$ 46.53</b>

Maintenant, comme nous pouvons constater, il coûte réellement \$ **46.53** moins d'acheter la plaque que de la fabriquer, par contre la méthode traditionnelle de coût avait indiqué l'opposé. Il est alors important d'utiliser la méthode ABC parce que cette méthode reflète le véritable coût d'une pièce. Combien d'autres décisions de production/achat vous faites dans votre firme basée sur des méthodes traditionnelles [1].



## **5. Prise de Décision Multi-Objective**

### **5.1. Introduction**

On a vu jusqu'ici, les quatre premières parties de la thèse qui comprenaient la méthode ABC. En raison de la nature de l'étude, maintenant il est temps de fournir quelques informations sur la prise de décision multi objective (MODM).

Avant d'expliquer le concept de MODM, il y a en effet un besoin de faire un rapport sur la prise de décision multicritères (MCDM). Ainsi, MCDM est le domaine principal qui englobe cette étude et également celui des chercheurs pendant les deux dernières décennies. Une des parties importantes de la recherche opérationnelle et également de la prise de décision est la prise de décision multicritères. Au début de ces décennies, la prise de décision dépendait environ d'une personne (le patron) et d'un critère (le profit). Cependant, une grande métamorphose, qui transforme la personne simple en multi personne et critère simple aux multiples critères, est expérimentée aux dernières décennies. C'est la raison, pourquoi les yeux sont fixés dans le domaine de MCDM. Dans la théorie beaucoup de méthodes ont été proposées et développées depuis les années '60 pour résoudre ce problème de nombreuses manières [18].

Les explications, écrites ci-dessus, offrent maintenant la définition de MCDM. La prise de décision multicritères discute la solution de la décision et les problèmes de planification avec des critères multiples, qui sont généralement en conflit. L'alternative 'raisonnable' qui doit être choisie par le décideur parmi un ensemble de choix disponibles est la signification de la solution. D'une façon générale les mots; efficace/non dominés prennent la place de 'raisonnable'. La conclusion d'une solution

pour un problème de MCDM exige l'intervention d'un décideur (DM), parce qu'il n'y a pas de solution unique pour ces types de problèmes.

Bien que, la description de MCDM donnée ci-dessus soit bien étudiée, cela en est une simplifiée. Cette étude exige l'approfondissement des explications. Dans la pratique, les problèmes de MCDM ne sont pas souvent structurés d'une telle manière, qu'ils peuvent être considérés juste comme un problème de choix [19]. Dans le domaine de MCDM pour les chercheurs se posent sans cesse les questions sur les critères essentiels qui structurent le problème et l'incertitude. Ces questions doivent être répondues avant de passer à la résolution du problème de décision.

Selon les questions du paragraphe précédent il y a six éléments qui décrivent un problème de décision à l'approche de MCDM:

*Décideur:* une personne ou un groupe de personne et peut être une organisation ayant la mission de prendre la décision.

*Valeur:* Quelque chose dont une personne s'inquiète profondément et y attache une grande importance, par exemple, les environnements physiques.

*Les Alternatives de Décision:* Les alternatives faisables d'une décision; solutions envisageables d'un problème de décision. Par exemple le choix de la meilleure voiture est notre but. Ici les alternatives de décision sont voiture américaine, voiture asiatique et voiture européenne.

*Critères:* C'est l'idée principale pour évaluer les diverses solutions envisageables de la prise de décision. A ce point les critères peuvent être des attributs ou des objectifs. Un attribut mesure la performance d'un objectif. Un objectif est le rapport indiquant le niveau désiré de l'accomplissement de but. Suivant l'exemple précédent, les critères de l'objectif donné peuvent être; le prix initial, les coûts d'entretien. De l'autre côté, les critères de l'attribut peuvent être; l'attractivité et le niveau de confort de la voiture.

*Objectif:* Un objectif peut être défini comme la façon dont les critères sont orientés selon le désir du décideur. Choisir la meilleure voiture parmi les alternatives données comme les voitures américaines, les voitures asiatiques et européennes est notre objectif.

*But:* les spécifications de l'objectif en termes de propriété désirée de la solution du problème, par exemple choisir la meilleure voiture selon les limites et les demandes du décideur.

Donner une définition claire de la prise de décision multicritères (MCDM) était le point important de cette matière mais il y a un sujet essentiel qui attend son tour. MCDM est divisée en deux sous-titres essentiels. Le premier est la prise de décisions multi-objectives (MODM), qu'on va reprendre dans cette étude et l'autre est la prise de décision multi-attributs (MADM). Alors, à ce moment-là, il est nécessaire de mettre l'accent sur le fait que dans la littérature les définitions de MAUT et de MADM sont généralement utilisées l'un pour l'autre et qu'il faut les revoir brièvement.

Multi Attribute Utility Theory (MAUT) est appliquée quand il y a des problèmes avec des résultats probabilistes [20]. Cependant MAUT peut être également employée pour des problèmes déterministes. Il consiste à l'évaluation et à l'adaptation des fonctions d'utilité et des probabilités, et puis en se servant des fonctions et des probabilités, on cherche à fournir des alternatives et à les ranger [20]. Cependant, l'analyse de sensibilité est employée pour les rangs alternatifs. Les alternatives sont présentées à un DM pour qu'il les ordonne. La production des fonctions d'utilité peut être faite à partir des interprétations du DM. L'utilisateur peut faire un choix entre les décisions alternatives qui sont rangées selon ces fonctions d'utilité. Les solutions des problèmes de la programmation mathématique peuvent être trouvées en transformant les fonctions d'utilité en des fonctions d'objectifs.

Les approches faites pour résoudre le problème de la prise de décision multi attributs peuvent être classifiés dans trois catégories suivant les différentes formes de l'information et de préférence donnée par un DM [21]: (1) les approches sans

information de préférence, (2) les approches avec l'information sur les attributs, et (3) les approches avec l'information sur les solutions alternatives.

Beaucoup de matières concernant la prise de décision multi attributs sont développés par les personnes suivantes: le modèle de valeur additive pour des objectifs multiples de Churchman et Ackoff (1954) et de d'autres était 'axiomatisé' par Debreu (1960), Luce et Tukey (1964), Krantz (1964), et Scott (1964). Après, les suggestions supplémentaires et des extensions du sujet apparaissent en Krantz, Luce, Suppes et surtout Tversky (1971) et Wakker (1989). Ces systèmes qu'on peut nommer des systèmes plutôt d'axiome ont été suivis des modèles multi attributs dans la théorie de l'utilité prévue par Pollak (1967), Keeney (1968), Fishburn (1970) et d'autres. Une bonne revue de la littérature est donnée par Keeney et Raiffa (1976), et une synthèse de ces modèles apparaît dans l'article de Dyer et Sarin (1979) [22].

Généralement, les problèmes de la prise de décision multi attributs sont définis comme ci-dessous:

Soient  $A_1, A_2, \dots, A_m$  les alternatives et  $C_1, C_2, \dots, C_n$  les attributs. La matrice de décision suivante, la matrice  $X$  peut nous aider à visualiser le problème de la prise de décision multi attributs (MADM):

$$\begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} = X \quad (5.1)$$

$x_{ij}$  est la valeur pour l'attribut  $C_j$  dans l'alternative  $A_i$ . Ici, on n'a pas besoin d'assigner seulement des valeurs pour des attributs, l'information qualitative est également disponible et elle peut être quantifiée.

L'autre moitié de la prise de décision multicritères est la prise de décision multi objectifs, comme cité aux paragraphes précédents. Comme, elle contient 'Goal Programming' la programmation du but, la prise de décision multi objectifs (MODM) formera le cadre, la structure de notre travail.

La prise de décision multi objectifs est la face déterministe de la prise de décision multicritères MCDM dans laquelle les résultats ne sont pas connus [19]. MODM est employé quand un décideur veut trouver la meilleure solution parmi un ensemble des alternatives raisonnables disponibles, celles-ci sont évaluées en prenant en compte plusieurs critères et en outre, elles sont définies clairement par l'intermédiaire d'un modèle mathématique. Sous une forme générale, les problèmes de MODM peuvent être exprimés mathématiquement comme montré ci-dessous:

$$\begin{aligned} &\text{maximiser } f(x) = [f_1(x), \dots, f_k(x)] \\ &\text{sous les contraintes (slc)} \\ &x \in X \end{aligned} \tag{5.2}$$

où  $x$  est un vecteur dimensionnel des variables de décision de  $n$  dimensions,  $X$  est l'espace de décision et  $f(x)$  est un vecteur de  $k$  fonctions. Le problème (5.2) est souvent connu comme des problèmes vectoriels de maximum (VMP).

Plusieurs techniques sont disponibles pour MODM. La programmation multi objective (MOP), la programmation du compromis (CP) et finalement les techniques de programmation de but (GP) pourraient être citées parmi elles. Comme la programmation de but sera examinée en détail dans la prochaine partie, on n'a aucun besoin d'en discuter à la présente partie.

MOP les trouvailles de technique l'ensemble efficace qui est le sous-ensemble de solutions faisables, et cet ensemble efficace le seul ensemble qui fournit la même chose ou l'exécution meilleure pour tous les critères (des objectifs ou des buts) à l'étude. Le tour de DM est maintenant et le il\elle choisit de telles places.

En ce qui concerne le choix du décideur, le point important en réalisant la programmation multi objective est de mesurer ou dériver la fonction de préférence. Ainsi, les méthodes de solution développées dans la programmation multi objectifs peuvent être classées par catégorie par les hypothèses de base faites en ce qui concerne la fonction de préférence: (1) si l'information complète sur la fonction de préférence est fournie par le décideur; (2) quand aucune information n'est disponible; et (3) quand l'information partielle est procurée progressivement par le décideur [23]. Le premier point montre que les aspirations du décideur sont révélées et aussi très facile pour résoudre ce type problème. Au point suivant les solutions efficaces deviennent une partie de solutions et il est important que ceux-ci partiellement ou complètement soient énumérés et présentés au décideur. Cependant, à la dernière approche, les méthodes interactives sont en faveurs d'aucune information de préférence à priori, il permet de présenter le cadre de préférence par des interactions homme machine.

Dernièrement, une technique nommée 'Compromise Programming' reste à expliquer maintenant. Suivant l'ensemble efficace, cette technique de programmation cherche à trouver la meilleure solution de compromis qui est déjà mentionnée, basée sur l'information concernant les préférences du décideur surtout en ce qui concerne les objectifs recherchés. Le CP suppose que n'importe quel planificateur (DM) cherche la solution la plus proche possible au point idéal (vecteur) comportant les valeurs idéales pour tous les objectifs appropriés [24].

Une brève explication pour la prise de décision multicritères MCDM, et également pour les sujets secondaires de cette matière qu'on nomme MADM et le MODM, est donnée à l'introduction de la partie sur de la prise de décision multi objectifs. Cela nous donne une bonne occasion pour donner l'information sur la programmation du but, qui est un des sujets importants de MODM. La présente partie sera la base pour nous, car notre étude est construite sur elle. Alors un bref commentaire sera fait sur les méthodes interactives. Naturellement, la méthode interactive spéciale 'l'algorithme de Zionts-Wallenius' suivra cette partie. A la fin de cette partie, une synthèse des méthodes interactives et la programmation de but de pondéré seront faites, et ceci sera appliqué au choix de inducteur de coût.

## 5.2. La Programmation de But

### 5.2.1. Introduction

La prise de décision multicritères et ses sujets secondaires étaient comprises dans la partie précédente. La prise de décision multi objectives était un de ces sujets secondaires mais l'une des matières plus spéciale était la programmation de but. Dans la présente partie, de l'information sur la programmation de but sera fournie et elle sera étudiée plus profondément par le biais de la programmation de but pondéré, car elle occupe une place importante pour notre travail.

Comme cité ci-dessus, la programmation de but est un sujet secondaire de la prise de décision de multicritères et elle est également importante pour les recherches scientifiques et opérationnelles. L'idée fondamentale de la programmation a été lancée par Romero (1992) grâce à l'étude par Charnes, Cooper et Ferguson (1955) sur la compensation exécutive. Même si le terme 'la programmation de but' n'apparaissait pas dans cet article qui date de 1955, cet article a présenté l'idée de régression qui incarne l'approche réduisant au minimum de déviations inhérentes à la programmation. Selon Romero (1992), ce terme n'a pas apparue jusqu'à la publication du livre de programmation linéaire de Charnes et Cooper (1961), *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming* (Modèles de gestion et applications industrielles de la programmation linéaire). Intéressamment, il n'a pas été présenté comme une méthodologie unique ou révolutionnaire, mais comme la prolongation de la programmation linéaire (LP). Dans le livre de Charnes et Cooper (1961, pp 215-221) [25], la programmation de but a été suggérée pour la résolution des problèmes non résolus par LP. En effet, la programmation de but n'a même pas été citée comme terme dans l'index du livre de Charnes et Cooper [26].

La programmation de but a émergé en tant qu'une puissante et flexible technique de la prise de décision multicritères, qui intègre un grand nombre d'objectifs multiples. Cette flexibilité est prouvée par beaucoup d'articles apparus sur le sujet depuis 1970. Toutes les techniques multi objectifs veulent satisfaire les objectifs, qui sont également

important pour la programmation. Chacun des objectifs (profit, sécurité, niveau de production, etc.) est donné une valeur de cible ou de but à réaliser [27]. Le point important de ce sujet est l'ensemble des déviations des buts et de réduire au maximum ces déviations.

En outre, la programmation de but est un type spécial de programmation linéaire. Elle est distinguée de la programmation linéaire par:

1. La conceptualisation des objectifs comme buts.
2. L'attribution des priorités et/ou des poids à l'accomplissement des buts.
3. La présence des variables de déviation  $d_i^+$  et  $d_i^-$  pour mesurer le niveau de réussite ciblé  $t_i$  (ou seuil).
4. La minimisation des sommes de variables des déviations pour trouver les solutions qui satisfont mieux les buts [28].

Satisfaire tous les buts n'est pas faciles; il n'est pas faisable. Ainsi, trouver un point faisable qui réalise le plus de buts possibles est notre but. Nous pouvons trouver de tels points en nous servant des priorités ou de la pondération des structures, ceci définit la programmation de but.

Le modèle général de la programmation de but peut être exprimé mathématiquement comme:

$$\min Z = \sum_{i \in m} (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\text{sous les contraintes: } \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ pour } i=1, \dots, m \quad (5.3)$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ for } i=1, \dots, m, \text{ pour } j=1, \dots, n$$

où  $x_j$  représente les variables de décision non négatives impliquées dans les buts ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) et les buts au nombre de  $m$  sont exprimés par un vecteur colonne de

$m$  composants  $(b_1, b_2, \dots, b_m)$ ,  $a_{ij}$  sont des coefficients de technologie qui représente l'usage par unité de  $x_j$  des coefficients RHS (right hand side) de  $b_i$ .  $d_i^+$  et  $d_i^-$  sont des vecteurs de  $m$  composants pour les variables qui représentent les déviations des buts [29].

Une fois que les  $m$  buts ont été formulés, la prochaine étape est de détecter les variables de déviation. Ces variables sont non désirées dans le sens qu'elles sont celles qu'un décideur veut réduire au minimum. Pour illustrer cette idée, considérons le cas suivant:

1. Le but dérive de l'attribut 'plus est meilleur' (c'est-à-dire, satisfait  $Ax_j \geq b_i$ , en d'autres termes  $a_{ij}x_j \geq b_i$ ). Dans ce cas-ci, le décideur ne veut pas des sous accomplissements en ce qui concerne la cible  $b_i$ . En conséquence, la variable non désirée de déviation serait la négative ( $d_i^-$ ) et devrait être réduite au minimum.
2. Le but dérive de l'attribut 'moins est meilleur' (c.-à-d., satisfait  $a_{ij}x_j \leq b_i$ ). Dans ce cas-ci, le décideur ne veut pas des sur accomplissements en ce qui concerne la cible  $b_i$ . En conséquence, la variable non désirée de déviation serait la positive ( $d_i^+$ ) et devrait être réduite au minimum.
3. Le but dérive de l'attribut, qui veut être réalisé exactement (c.à.d., satisfait  $a_{ij}x_j = b_i$ ). Dans ce cas-ci, le décideur ne veut ni des sur accomplissements ni des sous accomplissements en ce qui concerne la cible  $b_i$ . Par conséquent, la variable positive  $d_i^+$  et négative  $d_i^-$  sont toutes les deux non désirées, et rendent nécessaire de réduire au minimum la somme  $d_i^- + d_i^+$  [30].

### 5.2.2. Les Modèles de la Programmation de But

Dans la programmation de but, il y a plusieurs modèles de base: celle d'Archimède qui s'appelle également la programmation pondérée, celle qui est lexicographique (de préemption) et celle de Chebyshev (minimax).

Charnes et Cooper ont énoncé le modèle (pondéré) d'Archimède comme:

$$\begin{aligned} \text{Minimiser} \quad Z &= \sum_{i \in m} (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-) \\ \text{sous les contraintes:} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- &= b_i, \text{ pour } i = 1, \dots, m \\ d_i^+, d_i^-, x_j &\geq 0, \text{ pour } i = 1, \dots, m; \text{ pour } j = 1, \dots, n \end{aligned} \tag{5.4}$$

où  $w_i^+$  et  $w_i^-$  sont les constantes non négatives représentant le poids relatif à assigner aux variables positives et négatives respectives de déviation. Les poids peuvent être tout nombre réel et si on assigne un grand poids à une déviation, c'est celle qui est le plus important pour le décideur. Ce modèle est un modèle qui cherche à réduire au minimum la déviation totale pondérée de tous les buts indiqués dans le modèle [26].

Un autre modèle de base qui est cité ci-dessus est la programmation (lexicographique) de préemption de but. Dans ce modèle, les buts constituent des groupes selon les priorités. Les buts au niveau prioritaire le plus élevé sont considérés comme infiniment plus importants que des buts au deuxième niveau prioritaire, et les buts au deuxième niveau prioritaire sont considérés comme infiniment plus importants que des buts au troisième niveau prioritaire, et ainsi de suite [28]. Pour illustrer, prenons le cas suivant:

$$\text{Minimiser} \quad Z = \sum_{i \in m} P_i (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\text{sous les contraintes: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ pour } i=1, \dots, m \quad (5.5)$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ pour } i=1, \dots, m; \text{ pour } j=1, \dots, n$$

Les  $P_i$  sont les facteurs prioritaires de préemption qui servent seulement comme des symboles de rang qui peuvent être interprétés de la façon suivante: aucune substitution à travers les catégories des buts n'est autorisée' où  $P_i \gg \gg P_{i+1}$  avec " $\gg \gg$ " qui signifie beaucoup plus grand.

Dernier modèle de base pour la programmation de but est celui de Chebyshev qui peut également être nommé minimax GP. Si un niveau prioritaire se compose des variables susceptibles de dévier de quelques buts, une construction possible doit réduire au minimum la déviation maximum. Ceci exige la création d'une variable de minimax  $\alpha \in \mathbb{R}$ . L'objectif au niveau prioritaire devient alors:

$$\min \{ \alpha \}$$

En outre, nous devons créer autant de contraintes additionnelles qu'il y a des variables de déviation au niveau prioritaire.

Dans l'intention de réduire au minimum la déviation maximum au deuxième niveau prioritaire, la formulation de préemption pour la programmation est:

$$\text{Minimiser} \quad Z = \sum_{i \in m} P_i \{ (d_i^+ + d_i^-), \alpha \}$$

$$\text{sous les contraintes: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ pour } i=1, \dots, m \quad (5.6)$$

$$d_i^- \leq \alpha, \text{ for } i=2, \dots, m$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ pour } i=1, \dots, m; \text{ pour } j=1, \dots, n$$

Dans la formulation (5.6),  $\alpha$  est une variable de minimax qui, une fois réduite au minimum au deuxième niveau de préemption, réduit au minimum le plus grand des variables de déviation  $d_2^-, d_3^-, \dots, d_m^-$ .

Plusieurs autres types de modèles de programmation sont des unions réciproques de ces modèles de base qui sont déjà expliqués. Certains d'entre eux sont; la programmation interactive qui est réalisé par le fonctionnement ensemble de la programmation d'Archimède et de la programmation lexicographique et elles sont résolues d'une façon interactive. Quand nous joignons ensemble la programmation de Chebyshev avec celle d'Archimède, cette union constitue la programmation prolongée. La dernière est la conjonction de tous ces types de programmation, qui s'appelle la programmation de fonction Multi Critères. Dans ce modèle, les types de but sont déterminés et après, les valeurs à atteindre sont données. Le modèle évalue tous les niveaux prioritaires, poids et types de but etc. ensemble.

### 5.2.3. Les Méthodes de Solution de la Programmation de But

Plusieurs différentes méthodologies sont améliorées du moment que les modèles de programmation sont apparus. Certains scientifiques les classifient par catégorie dans quatre groupes, et nous aussi, nous acceptons ces derniers qui classifient de cette manière. Les groupes sont alors:

*GP Linéaire* (qui inclut toutes les méthodes linéaires de solution de la programmation de but),

*GP De Nombre entier* (qui inclut la méthodologie utilisée pour produire des méthodes de solution du nombre entier, nombre entier mixte et du nombre entier 0-1),

*GP Non-linéaire* (qui inclut toutes les méthodes non-linéaires de solution de la programmation),

*L'autre groupe de GP* (contient toute la méthodologie ne pouvant s'adapter dans aucun des trois groupes précédents).

En premier, nous allons examiner la programmation linéaire et alors la programmation du nombre entier vient en deuxième lieu. En ce qui concerne cette partie, nous allons fournir de l'information supplémentaire et on va passer aux méthodes non-linéaires et aux autres groupes.

La programmation linéaire était à l'origine de la première programmation de but. D'abord, Charnes et Cooper [25] ont montré les méthodes de solution de programmation linéaire structurées comme une programmation. Les améliorations de la préemption, et de l'approche inverse généralisée et l'utilisation illustrative de l'algorithme (simplex-based) en 1965 par Ijiri ont suivi les travaux de Charnes et Cooper.

Nous pouvons trouver les algorithmes de base qui sont employés pour résoudre la programmation d'Archimède, la programmation lexicographique et les autres dans les livres de recherche opérationnelle. La méthode simplex et l'autre méthode qui sont décrites sur ces livres sont suffisantes. Plus d'algorithmes qui sont détaillés peuvent être trouvés dans les livres de programmation, y compris Ignizio [31,32], Ijiri [33], Lee [34] et Schniederjans [35]. Sûrement il y a des algorithmes plus complexes, par exemple les algorithmes de taille réduite, des méthodologies de décomposition et de la solution réduite par la solution à deux, nous pouvons les trouver dans d'autres références.

Selon Saber et Ravindran [36] il y a quatre approches principales à la programmation non-linéaire: (1) *la programmation non-linéaire à base simplex*, (2) *la programmation non-linéaire basée sur la recherche directe*, (3) *la programmation non-linéaire basée sur la recherche de gradient*, et (4) *Les approches interactives à la programmation non-linéaire* [26]. D'autres méthodologies détaillées de programmation non-linéaire peuvent être trouvées dans les livres de Schniederjans [35,26].

D'autres méthodologies basées sur les algorithmes qui sont intensivement représentées dans la littérature de programmation sont: *la programmation d'intervalle*, *la programmation partielle*, *la solution de dualité (duality)* et *la programmation 'floue'*. Chacune de ces autres méthodologies sont souvent employées avec la programmation linéaire, la programmation du nombre entier et les modèles non-linéaires de

programmation. Ils offrent également les traits uniques de modélisation qui les ont distingués des autres méthodologies.

Nous pouvons étudier d'avantage ces algorithmes, mais notre étude est seulement sur le sujet de la programmation de but pondéré, donc, on n'a aucun besoin de creuser de plus le sujet de la programmation de but. En raison de la structure de notre travail, nous fournirons de l'information sur les méthodes interactive dans la partie suivante.

### 5.3. Les Méthodes Interactive

La prise de décision multi-objectives et une partie utile de la programmation de but étaient le morceau de la cinquième partie. Les méthodes interactives seront décrites à la partie suivante et le centre de notre méthode de Zionts-Wallenius viendra ensuite.

Toujours, les problèmes multi objectifs créent le besoin d'approfondir la connaissance et d'avoir une meilleure perspicacité dans le problème chez le décideur. Selon Miettinen, les méthodes peuvent être divisées en quatre classes selon le rôle du décideur dans le processus de solution. Si le décideur n'est pas impliqué, nous employons des méthodes où aucune articulation d'information de préférence n'est employée, en d'autres termes, *méthode d'aucune préférence*. Si le décideur exprime ses préférences après le processus de solution, nous parlons alors *des méthodes à posteriori* tandis que *les méthodes a priori* exigent une articulation d'information de préférence avant le processus de solution. La classe la plus étendue de méthode est celle *des méthodes interactives* où le décideur indique ses préférences progressivement pendant le processus de solution [37]. Donc, dans ce cas, nous allons nous concentrer sur les méthodes interactives.

Les méthodes interactives sont caractérisées par des phases de prise de décision alternant avec des phases de calcul. Nous établissons généralement, un modèle et continuons à le répéter jusqu'à la terminaison. A chaque répétition, la solution ou le

groupe de solutions, sont produites pour un contrôle. En conséquence, le décideur entre l'information dans le procédé de solution [28].

Il doit y avoir une rétroaction entre l'homme et le modèle, qui permet au décideur d'apprendre plus sur son problème. En outre, il peut apprendre les possibilités de compensation entre les objectifs. Ceci, alors, devrait permettre au décideur de mieux savoir où rechercher les meilleures solutions et d'identifier une solution finale [28].

Les procédures interactives permettent une division de travail efficace. Le traitement des données et l'exécution des algorithmes sont le travail mieux réalisé par les ordinateurs, et faire des jugements améliorés face à la nouvelle information est le travail du décideur, ainsi ce sont les raisons majeures pour laquelle les méthodes interactives sont utilisées.

Il y a six méthodes interactives très célèbres expliquées dans le livre de Steuer. Ceux-ci sont; STEM, méthode de Geoffrion-Dyer-Feinberg, méthode de Zionts-Wallenius, approche de vecteur maximum, sommes pondérées interactives, approche interactive visuelle de Korhonen et Laakso. Nous allons parler nécessairement de quatre méthodes parmi celles-ci.

Nous devons classifier ces méthodes. Steuer les classifie en tant que *réduction de région faisable* qui inclut la STEM, *la recherche de ligne* qui contient la méthode de Geoffrion-Dyer-Feinberg. Selon Stewart, les algorithmes de recherche de ligne sont placés dans les méthodes en utilisant la classe de l'information de compensation [38]. D'ailleurs, après, Steuer a distingué *la réduction de l'espace vectorielle pondérée* qui inclut l'algorithme de Zionts et Wallenius et les sommes pondérées interactives. En outre, Stewart appelle cette classe comme des méthodes utilisant des comparaisons directes. Steuer fait la dernière classification en tant que *réduction de cône de critère* qui embrasse l'approche de vecteur maximum.

L'une des premiers procédés des méthodes est la méthode de Geoffrion-Dyer-Feinberg. Voici un bref aperçu de cette méthode, tracé par Stewart (2002);

1. Produisez un point faisable arbitraire, disons  $x^1$  et mettez  $k=1$
2. Calculez le vecteur d'attribut correspondant  $z^k = f(x^k)$ . Ceci est présenté au décideur pour l'évaluation.
3. Un attribut est arbitrairement choisi comme préférence. Sans se perdre dans la généralité, nous dénotons l'attribut de référence  $z_1$ , et pondérons cet attribut  $w_1^k = 1$ . Pour chaque autre attribut  $i$ ,  $w_i^k$  est fixé suivant le niveau de la compensation entre les attributs 1 et  $i$ , comme évalué par le décideur pendant qu'il examinait les niveaux des performances représentés par  $z^k$ . Par exemple: la quantité de l'attribut 1 (la référence) que le décideur est prêt à sacrifier en ce moment, afin d'obtenir un gain d'unité de l'attribut  $i$ .
4. Le dérivé partiel de la fonction de valeur en ce qui concerne  $x_j$  (le  $j$  ième élément de  $x$ ), évalué au point  $x^k \in X$  est estimé par

$$\nabla V_j = \sum_{i=1}^m w_i^k \frac{\partial f_i(x)}{\partial x_j}. \quad (5.7)$$

5. Obtenez une direction d'amélioration en maximisant  $\sum_{i=1}^n \nabla V_j y_j$  avec  $y \in X$  (où  $y$  est le vecteur à  $n$  dimensions avec des éléments  $y_j$ ). Laissez la solution être  $y^k$ .
6. Le décideur a alors les vecteurs d'attribut correspondant à un ordre des solutions faisables suivant la ligne entre  $x^k$  et  $y^k$  c.-à-d. des solutions de la forme:  $(1-t)x^k + ty^k$  for  $0 \leq t \leq 1$ . Si le décideur ne voit aucun avantage par le déplacement de la solution  $x^k$  le processus s'arrête. Sinon, la solution, que le décideur préfère plus, devient le point de départ pour une nouvelle itération, à savoir  $x^{k+1}$ . Le processus recommence alors l'étape 2 avec  $k = k + 1$ .

---

La méthode d'étape (STEM) est une des premières méthodes interactives aussi, et elle est développée pour des problèmes d'optimisation multi objectifs.

La STEM est basée sur la classification des fonctions objectives au point courant d'itération  $z^k = f(x^k)$

Les phases de base de l'algorithme de STEM sont les suivantes:

1. Calculez  $z^*$  et  $z^{\text{nad}}$  et les coefficients de pondération. Mettez  $h = 1$ . Résolvez (5.8).

$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{x} \in S}{\text{minimiser}} \quad \max_{i=1, \dots, k} \left[ \frac{e_i}{\sum_{j=1}^k e_j} (f_i(x) - z_i^*) \right] \\ & \text{slc} \quad \mathbf{x} \in S, \end{aligned} \quad (5.8)$$

où  $e_i = \frac{1}{z_i^*} \frac{z_i^{\text{nad}} - z_i^*}{z_i^{\text{nad}}}$ , ou  $e_i = \frac{z_i^{\text{nad}} - z_i^*}{\max \left[ |z_i^{\text{nad}}|, |z_i^*| \right]}$ . Dénotez la solution suivant  $z^h \in Z$ .

2. Demandez le décideur de classifier les fonctions objectives à  $z^h$  dans  $I^>$  et  $I^<$ . Si la dernière classe est vide, arrêtez. Autrement, demandez le décideur d'indiquer les limites supérieures  $\varepsilon_i^h$  pour  $i \in I^>$ .
3. Résolvez (5.9) et dénotez la solution suivant  $z^{h+1} \in Z$ . Mettez  $h = h + 1$  et passez à l'étape 2.

$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{x} \in S}{\text{minimiser}} \quad \max_{i=1, \dots, k} \left[ \frac{e_i}{\sum_{j=1}^k e_j} (f_i(x) - z_i^*) \right] \\ & f_i(x) \leq \varepsilon_i^h \text{ for all } i \in I^>, \\ & \text{sous les contraintes } f_i(x) \leq f_i(x^h) \text{ for all } i \in I^<, \\ & \mathbf{x} \in S \end{aligned} \quad (5.9)$$

Le processus continue jusqu'à ce que le décideur ne veuille plus changer aucun composant du vecteur d'objectif courant. Si le décideur n'est satisfait d'aucun composant, alors le processus doit être arrêté [37].

L'approche interactive des sommes pondérées doit être placée dans la classe de *réduction de l'espace vectorielle pondérée* selon Steuer. La méthode cherche à localiser le point efficace à l'extrême de la plus grande utilité dans un nombre fixe d'itérations, présentant un nombre fixe de solutions par itération. Nous pouvons écrire l'algorithme interactif des sommes pondérées comme suit:

Étape 1. Pour calibrer l'algorithme, indiquez la taille  $P$  de l'exemple, le nombre d'itérations  $t$ , la largeur  $w$  de l'intervalle  $[l_i, \mu_i]$  finale, et le facteur de *réduction*  $\Lambda$ .

Étape 2. Normalisez les fonctions objectives.

Il est probablement plus commode en normalisant les objectifs en utilisant une puissance appropriée de 10.

Étape 3. Mettez  $h=0$ . Mettez  $[l_i^{(1)}, \mu_i^{(1)}] = [0, 1]$  pour tous  $i$ .

Étape 4. Mettez  $h=h+1$ . donc

$$\Lambda^{(h)} = \left\{ \lambda \in R^k \mid \lambda_i \in \text{rel} [l_i^{(h)}, \mu_i^{(h)}], \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1 \right\} \quad (5.10)$$

Sur la première itération,  $\Lambda^{(1)} = \Lambda$ . Sur les itérations suivantes  $\Lambda^{(h)} \subset \Lambda$ , parce que  $\text{rel} [l_i^{(h)}, \mu_i^{(h)}]$  sont les sous intervalles de l'intervalle d'unité ouverte.

Étape 5. Produisez aléatoirement de  $50 \times k$  peser des vecteurs de  $\Lambda^{(h)}$ .

Étape 6. Filtrez les  $50 \times k$  pour obtenir les  $3 \times P$  les plus différents.

L'idée de l'étape 5 est de créer une piscine de  $\lambda$ -vecteurs après le filtrage dans l'étape 6.

Étape 7. En utilisant les  $3P$  les représentants des vecteurs  $\Lambda^{(h)}$ . Résolvez les sommes pondérées associées au  $3P$ .

Comme les composants des  $\lambda$  - vecteurs viennent des sous intervalles de l'intervalle d'unité ouverte, tous les points extrêmes de maximum sont efficaces. Par conséquent, tous les vecteurs associés de critère sont non dominés.

Étape 8. Filtrez les vecteurs de critère résultant de l'étape 7 pour obtenir le  $P$  le plus différent. Puis, présentez les  $P$  vecteurs de critère non dominés au décideur.

Étape 9. Parmi ces  $P$  vecteurs de critère non dominés, le décideur choisit sa préférée, indiquant  $z^{(h)}$ .

Étape 10. Si  $h < t$ , passez à l'étape 11. Sinon, passez à l'étape 12.

Étape 11. Laissez  $\Lambda^{(h)}$  être le vecteur pondéré qui a produit  $z^{(h)}$  par l'intermédiaire des sommes pondérées dans l'étape 7. Alors,

$$\Lambda^{(h+1)} = \left\{ \lambda \in R^k \mid \lambda_i \in \text{rel} \left[ l_i^{(h+1)}, \mu_i^{(h+1)} \right], \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1 \right\} \quad (5.11)$$

où:

$$[l_i^{(h+1)}, \mu_i^{(h+1)}] = \begin{cases} [0, r^h] & \text{if } \lambda_i^{(h)} - \frac{r^h}{2} \leq 0 \\ [1 - r^h, 1] \dots & \text{if } \lambda_i^{(h)} + \frac{r^h}{2} \geq 1 \\ \left[ \lambda_i^{(h)} - \frac{r^h}{2}, \lambda_i^{(h)} + \frac{r^h}{2} \right] \dots & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5.12)$$

dans quel  $r^h$  est le facteur de réduction  $r$  augmenté au  $h$  puissance de Th. Passez à l'étape 4.

Étape 12. Avec  $x^{(h)}$  l'image inverse de  $z^{(h)}$ , arrêtez et vous avez  $(z^{(h)}, x^{(h)})$  comme solution finale [28].

En 1985, Korhonen et Laakso ont suggéré une méthode pour les problèmes d'optimisation multi objectifs interactifs, qui est nommée l'approche interactive visuelle. L'idée principale de cette méthode était de projeter itérativement un segment de ligne illimité dans l'espace de critère sur la surface non dominée de  $Z$ . L'algorithme de cette méthode est:

Étape 1. Choix d'une fonction d'accomplissement  $s(\bar{q}, z, \lambda)$  et un point initial  $z^{(0)}$  dans l'espace de critère. Laissez l'itération compter  $h = 0$ .

Étape 2. Mettez  $h = h + 1$  et placez  $STALL = 0$ . Choisissez un point de référence  $g^{(h)} \in R^k$ ; et la direction  $d^{(h)} = g^{(h)} - z^{(h-1)}$ .

$STALL$  est un signe placé à zéro à moins que la solution courante et la solution précédente soient identiques. Le point de référence  $g^{(h)} \in R^k$  doit être choisi selon les volontés du décideur.

Étape 3. Résolvez le programme d'échelle paramétrique de l'accomplissement pour projeter  $\mu(z^{(h+1)}, d^{(h)})$  sur la surface non dominée de  $Z$ .

Le programme d'échelle paramétrique de l'accomplissement est:

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^k z_i \right\} \\ & \text{s.l.c. } z_i + \frac{\alpha}{\lambda_i} \leq z_i^{(h+1)} + \theta d_i^{(h)} \quad 1 \leq i \leq k \\ & \quad \quad \quad f_i(x) = z_i \quad 1 \leq i \leq k \\ & \quad \quad \quad x \in S \end{aligned} \tag{5.13}$$

Étape 4. Montrez la trajectoire des valeurs de critère, le long de la projection de  $\mu(z^{(h+1)}, d^{(h)})$  sur  $N$ . Désignez le vecteur de critère le plus préféré  $z^{(h)}$ .

L'utilisateur peut rechercher le chemin des vecteurs de critère pour son choix plus préféré.

Étape 5. Si  $z^{(h)} \neq z^{(h-1)}$  passez à l'étape 2. Sinon, passez à l'étape 6.

Étape 6. Si  $STALL = 1$ , passez à l'étape 8. Sinon, passez à l'étape 7.

Étape 7. Obtenez un ensemble de générateurs pour *le cône des directions des vecteurs de critère faisables* à  $z^{(h)}$ . Mettez  $Stall = 1$ .

Étape 8. S'il y a des générateurs qui n'ont pas été examinés comme direction pour l'amélioration, passez à l'étape 9. Sinon, passez à l'étape 10.

Étape 9. Laissez  $h = h + 1$ . Choisissez un générateur non essayé et indiquez-le  $d^{(h)}$ . Passez à l'étape 3.

Étape 10. Laissez  $x^{(h)}$  être une image inverse de  $z^{(h)}$ . Terminez avec  $(x^{(h)}, z^{(h)})$  comme solution finale.

Une explication plus large sur ces méthodes peut être trouvée dans le livre de Steuer [28].

Une grande variété de méthodes a été développée pour résoudre les problèmes d'optimisation multi objectifs. Nous pouvons dire qu'aucun d'entre eux n'est généralement supérieur aux autres. Comme on a déjà cité, nous avons appliqué ici la classification des méthodes dans quatre classes selon la participation du décideur dans le processus de solution. Nous avons discuté l'algorithme proposé par plusieurs scientifiques. Mais, nous n'avons pas parlé de l'algorithme de Zionts et Wallenius qui est le sujet du chapitre suivant.

#### 5.4. La méthode de Zionts et Wallenius

Dans leur article [39] Zionts et Wallenius proposent une méthode pour résoudre un problème multicritères et ils présentent quelques résultats des essais réalisés avec la méthode. La méthode utilise la fonction d'utilité du décideur sur une base interactive avec le décideur en lui posant certaines questions à réponses 'oui ou non'. Brièvement,

elle est constituée des phases de demande et recueil de l'information sur les préférences du décideur et les phases du calcul qui alternent. A chaque itération, une solution est calculée jusqu'à ce qu'une solution finale soit trouvée. L'algorithme de Zions-Wallenius (ZW) travaille sur la frontière efficace de  $X$  respectivement  $z(X)$ . De ce fait, à chaque itération la solution trouvée est efficace.

L'idée principale de l'algorithme de ZW est de réduire l'ensemble de vecteurs pondérés possibles jusqu'à ce qu'une décision optimale (le point extrême de  $X$ ) soit déterminée. Les étapes de cet algorithme sont décrites dans leur article en 1983 [40]. Comme suit:

Les pondérations sont dénotées comme vecteur  $\lambda > 0$

Étape 1. Choisissez un ensemble des pondérations, des poids  $\lambda > 0$  Trouvez une solution qui maximise  $\lambda'Cx$  Dénotez cette solution comme la solution maximisant  $x^*$

$$\begin{array}{ll} \text{Maximiser} & g(u) = g(Cx) \\ \text{s.l.c} & Ax \leq b, \quad x \geq 0 \end{array} \quad (5.14)$$

où  $A$  est une matrice de taille  $m \times n$ , et  $b$  est un vecteur de  $m$ . Nous supposons que  $g$  est différentiable et que les premiers dérivés de  $g$  sont continus.

Zions et Wallenius ne le trouvent pas utile de demander au décideur de fournir des poids. Dans quelques situations, il serait utile de commencer par un ensemble de poids définis par l'utilisateur. Nous employons les poids égaux pour combiner les objectifs dans un objectif composé que nous maximisons suivant les contraintes. La solution courante de maximum résultante est efficace en ce qui concerne l'ensemble de solutions faisables.

Étape 2. Identifiez tous les points efficaces adjacents de  $x^*$  et les solutions extrêmes efficaces adjacentes correspondantes de ce point.

Intuitivement, ils utilisent la variation de la programmation linéaire pour déterminer si, étant donné la solution  $x^*$ , un vecteur pondéré  $\lambda > 0$  peut être trouvé de sorte qu'une

variable soit attrayante pour l'entrée dans la base, tandis qu'aucune des autres variables soit attrayante pour l'entrée. Si un tel vecteur peut être trouvé, le bord associé est efficace, sinon il n'est pas efficace. Pour trouver le point extrême adjacent, le long de ce bord, nous devons seulement déterminer le niveau auquel la variable correspondante à ce bord efficace écrit entre la base.

Étape 3. Déterminez quels bords efficaces sont également efficaces suivant les réponses précédentes du décideur. Appelez l'ensemble de tels bords 'set A'. Appelez son complément dans l'ensemble des bords efficaces 'set B'. Laissez I égal à A.

I est un indicateur qui sera A ou B, dépendant du set en considération dans l'étude.

Étape 4. En ce qui concerne set ou l'ensemble I, demandez le décideur de choisir entre  $x^*$  (valeurs de fonction objective  $Cx^*$ ) et une solution extrême efficace adjacente distinctement différente. Il peut exprimer une préférence pour un de deux points, ou bien il peut être dans une incapacité d'exprimer une préférence. S'il préfère au moins une alternative à  $x^*$ , enregistrez une telle alternative, dénotez-la comme  $x^2$  et passez à l'étape 8.

Le but de cette étape est d'essayer de faire des comparaisons entre des alternatives distinctement différentes. Les alternatives sont exprimées comme des scénarios en termes de leurs valeurs C de la fonction objective.

Étape 5. En ce qui concerne l'ensemble I, demandez au décideur si en commençant au point  $x^*$  il aime une compensation efficace mais qui ne mène pas au point demandé sur l'étape 4. Il peut répondre qu'il aime la compensation, qu'il n'aime pas la compensation, ou qu'il ne peut pas décider. S'il aime au moins une telle compensation, passez à l'étape 8.

Le but de cette étape est de demander au décideur d'évaluer les bords efficaces des compensations non considérées dans l'étape 4. Puisque les valeurs de la fonction objective des points adjacents sont trop étroites ou même identiques, des questions

doivent être demandées au décideur sous forme des compensations. Il faut prendre soin en représentant les compensations pour être sûr que le concept est correctement compris. Ici aussi, si le décideur aime une ou plusieurs différences, nous terminons le processus d'interrogation.

Étape 6. En ce qui concerne l'ensemble I, demandez au décideur cette fois si en commençant au point  $x^*$  il aime une compensation menant aux points efficaces adjacents, ce qu'il n'a pas préféré à  $x^*$  dans l'étape précédente 4. S'il aime au moins une telle compensation, passez à l'étape 8.

Cette étape cherche à demander chaque comparaison comme une possibilité de compensation pour laquelle le décideur a préféré  $x^*$  dans l'étape 4. Ceci nous aide à établir notre critère d'arrêt.

Étape 7. Si I est égal à A, laissez I égal à B et passez à l'étape 4. Autrement; la solution  $x^*$  est globalement optimale.

L'ensemble, set A se compose des compensations efficaces, qui peuvent probablement être attrayantes pour le décideur, conformément aux réponses précédentes actives. Pour qu'une solution de point extrême soit optimale, aucune solution extrême efficace adjacente et aucune compensation correspondante ne doivent être préférées à elle.

Étape 8. Écrivez les inégalités sur les pondérations basées sur les réponses du décideur, et ajoutez-les à l'ensemble.

Si le décideur préfère  $x^*$  à une solution adjacente  $x^0$ , nous produisons une contrainte  $\lambda'Cx^* - \lambda'Cx^0 \geq 1$ . Si le décideur aime un vecteur w de compensation, nous produisons la contrainte  $\lambda'w \geq 1$  (on suppose que le vecteur  $\lambda$  est limité par le dessus et dessous.) Si le décideur préfère  $x^0$  à  $x^*$  ou si le décideur n'aime pas la compensation, nous produisons des inégalités semblables. Actuellement, nous n'employons pas les réponses comme 'je ne sais pas' pour produire des égalités analogues aux inégalités ci-dessus.

Étape 9. Trouvez un ensemble de pondérations positives  $\lambda$  conformes avec toutes les réponses précédentes. S'il n'existe aucun ensemble pareil, laissez tomber l'ancienne contrainte active et répétez l'étape 9.

Cette étape vise à résoudre les contraintes supplémentaires ajoutées dans l'étape 8 et plutôt ainsi que les contraintes  $\lambda_i \geq 1$ . Nous avons déjà employé des nombres suffisamment petits dans toutes les contraintes, et exigé que la somme des  $\lambda$  soit 1. L'utilisation de 1 surmonte le problème de détermination d'un epsilon suffisamment petit, bien que le problème soit transformé en recherche d'une limite suffisamment grande sur le vecteur  $\lambda$ .

Dans le cas où aucun vecteur conforme aux pondérations ne peut être trouvé, la contrainte active la plus ancienne est abandonnée. L'étape est répétée jusqu'à ce qu'un ensemble faisable cohérent des pondérations soit trouvé.

Étape 10. En utilisant le nouveau vecteur de pondération  $\lambda$ , il faut résoudre le problème de la programmation linéaire: Maximisez  $\lambda'Cx$  sujet aux contraintes dans l'étape 1. Dénotez la solution  $x^1$ .

Cette étape détermine la solution optimale pour la nouvelle approximation linéaire.

Étape 11. Si la solution  $x^2$  n'est pas nulle, passez à l'étape 13. Autrement, faites choisir le décideur entre les solutions  $x^*$  et  $x^1$ . Si le décideur choisit  $x^1$ , ajoutez une contrainte basée sur le choix de  $x^1$  sur  $x^*$ , puis indiquez la solution  $x^1$  comme  $x^*$  et passez à l'étape 2.

Cette étape demande si la nouvelle solution est préférée à l'ancienne. Si oui, elle doit avoir une utilité plus élevée et le processus continue à utiliser la nouvelle solution comme la solution maximum.

Étape 12. La solution  $x^*$  est un optimum local, mais il existe de meilleures solutions, dont certaines ne sont pas des points extrêmes. Un processus de recherche (distinct de la méthode) devrait être employé pour trouver l'optimum. La méthode se termine à l'optimum local  $x^*$ .

$x^*$  est l'optimum local, cependant, nous savons qu'il y a un ou plusieurs bords efficaces provenant de  $x^*$  qui sont aussi souhaitables pour le décideur, mais le point extrême efficace adjacent correspondant est préféré à  $x^*$ . Par conséquent, il existe un point de solution le long du bord préféré alors une méthode de recherche peut alors être employée pour trouver une solution optimale.

Étape 13. Demandez le décideur de faire un choix entre  $x^1$  et  $x^2$ . S'il choisit  $x^1$  ou  $x^2$  ajoutez une contrainte basée sur la préférence, dénotez la solution préférée comme  $x^*$ , et mettez  $x^2=0$ , et passez à l'étape 2. S'il ne peut pas choisir, dénotez  $x^1$  comme  $x^*$ , mettez  $x^2=0$  et passez à l'étape 2.

Cette étape utilise l'information que  $x^2$  est préférée. Par conséquent, nous faisons rivaliser au décideur  $x^2$  avec  $x^1$ . Si  $x^2$  est préféré, alors  $x^2$  devient la nouvelle solution de référence. Sinon,  $x^1$  devient la nouvelle solution de référence.

## 5.5. Un modèle intégré sur le choix des Inducteurs de Coûts

Les parties précédentes du mémoire se sont composées de ABC, sur l'importance du choix des inducteurs de coût. Par conséquent, nous allons appliquer un modèle qui fait une synthèse entre l'algorithme de programmation de but et celle de Zionts-Wallenius. Avec ce nouveau modèle intégré, nous voulons faire un choix des inducteurs de coût qui maintient dans l'esprit les contraintes du budget, les heures du contrôle et les heures d'analyses.

Avant de faire une synthèse, il faut sûrement donner les pièces courtes. Nous emploierons la programmation de but pondéré et après l'algorithme de ZW sera décrit d'une façon courte.

La programmation de but pondéré avec l'autre nom; la programmation de but d'Archimède peut être énoncé comme dans 5.15;

$$\begin{aligned} \text{Minimiser : } Z &= \sum_{i \in m} (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-) \\ \text{sous les contraintes } &\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i, \text{ pour } i=1, \dots, m \\ &d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ pour } i=1, \dots, m, \text{ pour } j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (5.15)$$

L'algorithme de Zionts-Wallenius est une méthode qui détermine les poids dans la fonction objective sur une base interactive. Nous supposons qu'il y a un décideur, tous les critères de décision appropriés ou les fonctions objectives sont des fonctions concaves et que l'ensemble de contrainte est convexe.

D'abord, nous maximisons  $\sum_{i=1}^p \lambda_i u_i$ , là où  $u_i = f_i(x)$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ), avec les contraintes  $Ax \leq b$ ,  $x \geq 0$ . Les  $\lambda$  sont choisis d'une manière arbitraire, mais au commencement l'égalité des poids est recommandée.

Nous trouvons une solution qui correspond à un point, mais nous ne sommes pas sûrs si ce point est un optimal ou non. Avec la méthode interactive de ZW, nous trouverons cette solution optimum qui est parallèle avec les préférences des décideurs. Après avoir trouvé cette solution, les valeurs de chacune des objectifs sont déterminées. Ces choix sont offerts par des variables 'non basic'. Avec ces données un essai qui est recommandé par Zionts et Wallenius est fait pour conclure si une variable qui offre une différence est efficace ou pas. Les variables efficaces forment un ensemble, et puis parmi cet ensemble des variables efficaces; nous demandons au décideur s'il aime ou non l'un des choix offerts, s'il aime nous construisons une inégalité montrée comme à 5.16.

$$\sum w_{ij} \lambda_i \leq -\varepsilon \quad (5.16)$$

S'il n'aime pas la différence, 5.17 est notre nouvelle contrainte,

$$\sum w_{ij} \lambda_i \geq \varepsilon \quad (5.17)$$

pour chaque réponse d'indifférence, construisez une égalité avec de la forme 5.18

$$\sum w_{ij} \lambda_i = 0 \quad (5.18)$$

Ces nouvelles égalités construisent nos poids de l'étape prochaine. Au début, nous appliquons de nouveaux  $\lambda$  au problème. L'algorithme s'arrête au point où il n'y a aucune variable efficace. Les poids précédents sont nos poids optima.

Le modèle intégré vise à déterminer les poids de la programmation d'Archimède avec l'algorithme de Zionts-Wallenius. Nos variables seront les inducteurs de coût; les fonctions objectives seront des déviations et il y aura des contraintes, qui sont reliées avec le budget, les heures d'analyses, etc.

Le prochain chapitre sera une application du modèle qui est décrit ci-dessus.

## 6. Illustration Numérique

Dans les parties précédentes, nous avons construit notre théorie pour résoudre le problème. Dans cette partie, nous allons concentrer nos efforts sur une illustration numérique. Le problème dont nous allons parler, sera un problème du choix des inducteurs de coût. Nous emploierons la méthode que nous avons déjà expliquée dans la section 5.5. Dans cette méthode nous avons employé la programmation de but pondérée, et dans notre méthode les pondérations sont déterminées avec la méthode de Zioms-Wallenius.

Avant de résoudre notre problème, nous devons expliquer pourquoi nous devons faire le choix des inducteurs de coût de cette façon. Comme nous avons déjà remarqué, les inducteurs de coût sont des articles importants dans le système d'ABC et peuvent être définis comme des facteurs, qui ont un rapport de causalité effet avec les coûts. Le choix des inducteurs de coût et celui des activités doivent être réalisés soigneusement puisque ce sont les éléments clés des avantages de ce système. Les inducteurs d'activité signifient les inducteurs de coût de la deuxième étape.

Malheureusement, l'utilisation de beaucoup de inducteurs de coût peut résulter par une augmentation exagérée des détails et des limites contre l'acceptation et l'utilité du système ABC. Dans son livre, Turner ([4], p.282) suggère que les limites de 10 à 20 inducteurs sont suffisantes pour la plupart des attributions des coûts. Par conséquent, le choix des inducteurs de coût à partir d'un ensemble candidat est très important. Turner explique la méthodologie traditionnelle du choix des inducteurs de coût, comme ci-dessous :

1. Sélection des inducteurs d'activité qui sont conformes au type d'activité.

2. Sélection des inducteurs d'activité qui sont en corrélation avec la consommation réelle de l'activité.
3. Réduction du nombre de inducteurs uniques.
4. Sélection des inducteurs d'activité qui encouragent l'amélioration de la performance.
5. Sélection des inducteurs d'activité ayant un coût modeste de mesure.
6. Réduction au minimum de l'utilisation des inducteurs d'activité qui exigent de nouvelles mesures.

Généralement, ces méthodes sont manipulées par l'application du jugement humain, soutenue de temps en temps par une analyse en utilisant des techniques simples de comptabilité ou des techniques de corrélationnel des statistiques. Ces méthodes sont en général des applications contradictoires, et elles sont lointaines d'employer la prise de décision objective multiple. En outre, le processus de déterminer les inducteurs de coût, ne considère pas les contraintes de ressource. C'est la raison pour laquelle le système efficace de ABC ne peut pas être appliqué.

Généralement, ces méthodes sont manipulées par l'application du jugement humain, soutenue de temps en temps par une analyse utilisant des techniques simples de comptabilité ou des techniques statistiques. Ces méthodes sont en général des applications contradictoires, et elles sont loin d'employer la prise de décision multi objective. En outre, le processus de détermination des inducteurs de coût, ne prend pas en considération les contraintes de ressources. C'est la raison pour laquelle un système efficace basé sur ABC ne peut pas être appliqué.

Dans cette étude, l'approche intégrée MOLP sera employée pour choisir l'inducteur de coût approprié et nous ajouterons les contraintes des ressources dans ce processus de choix. Bien que ce sera un MOLP, nous nous servirons du logiciel LINDO afin de manipuler le modèle.

Nous emploierons un exemple modifié, de l'article de Schniederjans [6]. Il y a un décideur et il est confronté au choix d'un inducteur de coût parmi les trois inducteurs

précédemment identifiés. On suppose que l'organisation le considère préférable de choisir autant de coûts des inducteurs qu'ils ont des ressources. Les inducteurs de coût ont une contrainte financière égale à 4 millions de dollar américain. L'organisation soutient ces fonds comme le total des ressources disponibles pour le coût du système ABC. On suppose également que l'organisation a des ressources qui limitent les heures d'analyse comptable annuelles totales des inducteurs de coût exactement en 2300 heures et celles du contrôle pour être exactement 1000 heures. Ces limitations, représentés comme  $R_j$  dans le modèle pondéré de programmation de ZW et leurs taux respectifs d'utilisation,  $r_{ij}$  sont représentés dans le tableau 6.1. Les pondérations qui appartiennent à ces buts sont montrées comme  $w$ .

**Tableau 6-1** Les contraintes des ressources en choisissant les inducteurs de coût

Article financier ou d'opérations	Utilisation respective des inducteurs de coût ( $r_{ij}$ )			Ressources annuelles totales ( $R_j$ )	Poids de chaque but ( $w_q$ )
	$x_1$	$x_2$	$x_3$		
Coûts budgétaires ( $\times 1000\$$ )	2500	1500	1000	4000	$w_1$
Heures d'analyse	1500	750	1000	2300	$w_2$
Heures d'audit	500	300	250	1000	$w_3$

Nous ne pouvons pas résoudre le problème comme dans (5.15) en raison de la difficulté à énumérer les objectifs. De cette façon, la fonction objective de (6.1) donne une précision sur le ratio [41]:

$$\text{Minimiser } \sum_{i=1}^m (\lambda_i \frac{Z_i}{R_i})$$

$$\text{ou } Z_i = d_i^+ - d_i^-, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\text{slc} : \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = R_i, \text{ pour } i = 1, \dots, m \quad (6.1)$$

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0, \text{ pour } i = 1, \dots, m, \text{ pour } j = 1, \dots, n$$

Selon l'équation (6.1), il peut être comme si c'était la méthode de Zions-Wallenius avec la programmation pondérée comme dans le tableau 6-2. Un point de nuance doit être noté ; nous faisons le choix, donc la valeur des inducteurs de coût ne peut pas être plus de 1.

Par exemple, nous supposons que la fonction de service (implicite) est  $0.30u_1 + 0.55u_2 + 0.15u_3$ , mais nous employons seulement la connaissance de cette fonction en répondant «oui» ou «non» aux questions.

**Tableau 6-2** ZW avec des limitations pesées de modèle et de ressource de généraliste.

$\text{Min } Z = \lambda_1 \frac{Z_1}{4000} + \lambda_2 \frac{Z_2}{2300} + \lambda_3 \frac{Z_3}{1000}$		
$\text{où ; } Z_1 = d_1^+, Z_2 = d_2^- - d_2^+, Z_3 = d_3^- - d_3^+$		
slc	$2500 x_1 + 1500 x_2 + 1000 x_3 + d_1^- - d_1^+ = 4000$	(coûts de budget)
	$1500 x_1 + 750 x_2 + 1000 x_3 + d_2^- - d_2^+ = 2300$	(heures d'analyste)
	$500 x_1 + 300 x_2 + 250 x_3 + d_3^- - d_3^+ = 1000$	(heures d'audit)
	$x_1 \leq 1$	
	$x_2 \leq 1$	
	$x_3 \leq 1$	
	$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$	
	$d_i^+, d_i^-, x_j, \lambda_i \geq 0, \text{ pour } i = 1, \dots, m, \text{ pour } j = 1, \dots, n$	

Au début de la solution, comme cité dans la méthode de ZW, nous prendrons toutes les pondérations égales ( $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \frac{1}{3}$ ). Après avoir réduit au minimum le problème montré au tableau 6.2. Le vecteur de base des variables est comme celui:  $x_B = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ d_1^+ \ d_2^+ \ d_3^+]^T$ . Ce point est la solution minimale pour l'objectif écrit au-dessus mais pas pour les objectifs  $Z_1, Z_2, Z_3$  séparément. De la méthodologie de ZW, nous devons trouver les coûts réduits des variables pour chacun des objectifs. Pour la première itération dans notre exemple, les coûts réduits sont indiqués dans le tableau 6.3.  $X_{NB} = \{X_4, X_5, X_6, d_1^-, d_2^-, d_3^-\}$  est l'ensemble des variables hors base.

Tableau 6-3 Les Coûts Réduits pour chacun objectif

$w_{14} = 2500$	$w_{15} = 1500$	$w_{16} = 1000$	$w_{1d1(-)} = -1$	$w_{1d2(-)} = 0$	$w_{1d3(-)} = 0$
$w_{24} = -1500$	$w_{25} = -750$	$w_{26} = -1000$	$w_{2d1(-)} = 0$	$w_{2d2(-)} = 0$	$w_{2d3(-)} = 0$
$w_{34} = -500$	$w_{35} = -300$	$w_{36} = -250$	$w_{3d1(-)} = 0$	$w_{3d2(-)} = 0$	$w_{3d3(-)} = 0$

A partir de cet ensemble des variables non fondamentales, ZW détermine les variables efficaces avec l'essai ci-dessous.

$$\text{Minimiser } \sum_{i=1}^p w_{ik} \lambda_i$$

$$\text{Slc } \sum_{i=1}^p w_{ij} \lambda_i \geq 0, \quad j \in N, j \neq k,$$

$$\sum_{i=1}^p \lambda_i = 1, \quad \lambda_i \geq 0, i = 1, \dots, p.$$

où  $w_{ij}$  indique les coûts réduits qui sont indiqués dans le tableau 6.3. Le problème doit être résolu ; si la valeur de fonction objective est négative, variable  $x_k$  est efficace. Si cette variable n'est pas négative  $x_k$  n'est pas efficace. Par conséquent, si nous retournons sur notre exemple, seulement variable  $d_1^-$  est efficace selon l'essai du ZW.

En ce moment, nous demandons au décideur s'il aime le choix pour la variable efficace  $d_1^-$ , ou non. Pour simuler une réponse nous réalisons une évaluation:  $0.30(-1)+0.55(0)+0.15(0)<0$ . Ainsi, il y a une *augmentation* nette dans l'utilité du décideur ; il devrait aimer cet ensemble. De ce fait, nous produisons l'ensemble des contraintes (arbitrairement  $\varepsilon = 0.001$ )  $-\lambda_1 + 0\lambda_2 + 0\lambda_3 \leq -0.001$ , avec  $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ . Une solution faisable de base ( $\lambda_1 = 0.998, \lambda_2 = 0.001, \lambda_3 = 0.001$ ) est choisie. Encore, nous répétons ces étapes du commencement avec les pondérations que nous avons obtenu par l'intermédiaire de la première itération.

Pendant la deuxième itération, nous emploierons les pondérations ci-dessus, et après la solution du problème, nous atteignons la solution du tableau 6.4.

Tableau 6-4 Résultats

Variables de base			Variables artificielle		
$X_1 = 1$	$X_2 = 0.333$	$X_3 = 1$	$X_4 = 0$	$X_5 = 0.667$	$X_6 = 0$
Déviations					
$d_1^- = 0$	$d_1^+ = 0$	$d_2^- = 0$	$d_2^+ = 450$	$d_3^- = 150$	$d_3^+ = 0$

Toutes les étapes sont mêmes comme ci-dessus, et en conséquence à la deuxième itération seulement  $d_1^+$  est efficace. Nous demandons au décideur,  $d_1^+$ , s'il préfère accepter une diminution de -1 unités de  $Z_1$  (une augmentation d'unités 1) en échange pour une diminution de 0.5 unités de  $Z_2$  et une diminution de 0.2 unités de  $Z_3$ . S'il préfère, alors nous employons la formule de (5.16). S'il ne l'aime pas nous employons la formule (5.17). A la fin de cette itération nous obtenons de nouvelles pondérations, celles-ci sont ( $\lambda_1 = 0.333, \lambda_2 = 0.666, \lambda_3 = 0.001$ ). D'ailleurs, le tableau de solution est 6.5.

Tableau 6-5 Résultats pour la troisième itération

Variables de base			Variables artificielle		
$X_1=1$	$X_2=1$	$X_3=1$	$X_4=0$	$X_5=0$	$X_6=0$
<b>Déviations</b>					
$d_1^- = 0$	$d_1^+ = 1000$	$d_2^- = 0$	$d_2^+ = 950$	$d_3^- = 0$	$d_3^+ = 50$

Avec les nouvelles contraintes s'ajoutant, dans la prochaine itération il n'y a aucune solution efficace. Par conséquent, la solution ci-dessus, (tableau 6.5) est acceptée.

Dans leur article, Schniederjans et Garvin [6] ont utilisé la solution 'AHP seulement' qui n'est pas meilleure que notre solution comme indiqué dans le tableau 6.6. Ils ont également employé ZOGP avec des pondérations d'AHP.

Tableau 6-6 Déviation des buts concernant les ressources

Ressources	Buts visés ( $R_i$ )	ZW WGP ( $d_i^-, d_i^+$ )	avec Déviation d'AHP seulement ( $d_i^-, d_i^+$ )	Déviation modèle de ZOGP ( $d_i^-, d_i^+$ )
Coûts économisés (1000\$)	4000	1000	5000	0
Heures d'analyste	2300	950	200	-50
Heures d'audit	1000	50	-250	-200

Dans leur exemple de choix de décision 'AHP seulement' ils ont constaté que le premier et le troisième inducteur de coût sont choisis. Dans notre méthode, tous les inducteurs de coût sont nos inducteurs essentiels, mais les déviations sont meilleures que le modèle 'AHP seulement' et plus mauvaises que le modèle de ZOGP.

## 7. Conclusion

Depuis une quinzaine d'années, de nombreuses critiques sont apparues vis-à-vis de différents outils de comptabilité de gestion qui traversent une crise et qui semblent de plus en plus inadaptés au nouvel environnement compétitif. Ainsi aux Etats-Unis, certains auteurs, tels Johnson [12], Cooper et Kaplan [42], en partant de la constatation de la perte de pertinence et de l'obsolescence des méthodes de comptabilité de gestion traditionnellement utilisées proposent une nouvelle méthode fondée sur un découpage de l'entreprise en activités : *Activity Based Costing*. Le point clé de la méthode ABC est le choix des inducteurs de coût. Les inducteurs de coût sont attribués aux activités. L'activité signifie les processus et les procédures qui causent le travail. Les facteurs qui déterminent la charge de travail et l'effort exigés pour exécuter une activité sont nommés les inducteurs de coût. Jusqu'ici, plusieurs techniques avec les soutiens statistiques ou de comptabilité sont employées pour la détermination des inducteurs de coût. Ces méthodes sont en général des applications contradictoires, et elles sont loin d'employer la prise de décision multi-objective.

Dans cette étude, une nouvelle méthode de choix est offerte. Dans notre proposition, la programmation de but pondérée est employée dans l'intention de maintenir dans l'esprit les ressources des organisations comme des ressources budgétaires. Un algorithme interactif nommé l'algorithme de Zionts-Wallenius détermine les poids dans WGP. ZW est choisie parce qu'il prend en considération les préférences du décideur.

Concernant la même matière, un processus du choix sous le point de vue de prise de décision multi-objective a été fait par Schniederjans et al., ils ont employé le processus hiérarchique analytique (AHP) et la programmation de but 0-1 avec la méthode d'AHP.

Dans ce travail, on a supposé qu'il y a trois inducteurs de coûts, et qu'il y a trois buts qui doivent être satisfaits. Ceux-ci étaient le budget, les heures du contrôle et les heures d'analyses. Ici, les heures du contrôle et les heures d'analyses doivent être exactement satisfaites, en raison des limites des ressources de l'organisation. Sous ces buts et contraintes, dans ce travail trois de ces inducteurs de coût sont choisis. Les déviations positives se produisent dans chacun des trois buts. Celles-ci dans notre étude sont meilleures que celles de la méthode d'AHP mais moins bonnes que celles de la programmation du but 0-1 avec la méthode d'AHP appliquée dans le travail de Schniederjans.

Il y a aussi un autre point très important, qui est celui des préférences de décideur. C'est une programmation interactive, ainsi nous devons maintenir dans nos esprits, le choix des experts à chaque étape, et c'était la raison pour laquelle nous avons bien choisi l'algorithme de ZW. Généralement, les préférences au commencement sont considérées être égales, et l'algorithme va au point optimum satisfaisant tous les objectifs considérant les préférences. Dans l'application de cette étude, les préférences du décideur avaient une forte influence sur les heures d'analyses. Au minimum, si on pense qu'elles ont moins d'importance. Nous pouvons déclarer cela comme montré ci-dessous :

$$0.30 u_1 + 0.55 u_2 + 0.15 u_3$$

Dans ce travail, on trouve des poids qui sont semblable à ceux du choix de l'expert ;

$$0.333 u_1 + 0.666 u_2 + 0.001 u_3$$

En général, nous pouvons déclarer que cet algorithme atteint approximativement les préférences de décideur.

Bien que ce travail ne soit pas une programmation linéaire en nombre entier ou une programmation 0-1, à la fin, les résultats étaient des valeurs entières, cependant, dans les étapes au milieu, ces valeurs n'étaient pas entières. Ceci peut affecter le résultat de

ce problème. Alors, dans l'avenir, un algorithme à base de programmation 0-1 peut être développée pour obtenir de meilleurs résultats.



## Bibliographie

[1] Grieco, P.L., Pilachowski, M., *Activity Based Costing; The Key to World Class Performance*, PT Publication, Inc., West Palm Beach, USA, (1994).

[2] Johnson H. T. and Kaplan R. S., *Relevance Lost - The Small channel and Fall of Management Accounting*, Harvard Business School Press, Boston, (1987).

[3] Brimson, J.A., *Activity Accounting, An activity-based costing approach*, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1991).

[4] Turney, P.B.B., *Common Cents, the ABC Performance Breakthrough*, Cost Technology Hillsboro, OR, USA, (1991).

[5] Brimson, J.A., Antos, J., *Activity Based Management: For Service Industries, Government Entities, And Nonprofit Organizations*, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1994).

[6] Schniederjans, M.J., Garvin, T., "Using the Analytic Hierarchy Process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing", *European Journal of Operations Research*, Vol. 100, 72-80, (1997).

[7] Lebas M. and Mevellec P., "Twenty years of building sites of accountancy of management", *Accountancy-Control-to that*, 77-91, (1999).

[8] Boisvert H., "Le modèle ABC: Du contrôle sanction au contrôle conseil", *Revue Française de Comptabilité*, no: 258, 39-44, (1994).

[9] Cooper R., "Comment mener à bien un projet de comptabilité par activités", *Revue Française de Comptabilité*, no: 249, 59-68, (1993).

[10] Causse G., "Le Calcul de Coûts: Quelques Réflexions Pragmatiques", *Communication au congrès de Association Française de Comptabilité*, Toulouse, (1993).

[11] Burlaud A. et Simon C., *Comptabilité de Gestion*, Vuibert, 223-224, (1993).

[12] Johnson T., "It's Time to Stop Overselling Activity-Based Concepts", *Management Accounting*, 26-27, (1992).

- [13] Boisvert H., *Le Contrôle de Gestion vers une pratique renouvelée*, Editions du Renouveau Pédagogique, Ottawa Canada, (1991).
- [14] Lebas M., "Comptabilité analytique basée sur les activités: Analyse et gestion des activités", *Revue Française de Comptabilité*, n: 226, 47-63, (1991).
- [15] Daragenli. M., "*Les raisons d'adoption de la méthode ABC dans le secteur bancaire français*", thèse soutenue en 2002 pour le DEA de Sciences de Gestion, Université Paris XII, (2002).
- [16] Hicks, D.T., *Activity Based Costing for Small and Mid-Sized Businesses*, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1992).
- [17] Cokins, G., Stratton, A., Helbling, J., *An ABC Manager's Primer*, McGraw-Hill, New York, (1993).
- [18] Triantaphyllou, E., *MCDM Methods: A Comparative Study*, Kluwer, Dordrecht, (2000).
- [19] Korhonen, P., "Multiple Objective Programming Support", *Encyclopedia of Optimization*, Kluwer, (1998).
- [20] Zionts, S., "Some thoughts on research in Multiple Criteria Decision Making", *Computers Operations Research*, Vol. 19, No. 7, 567-570, (1992).
- [21] Hwang, C.L., Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and applications*, Springer-Verlag, Berlin, (1981).
- [22] Dyer, J.S., Fishburn, P.C., Steuer, R.E., Wallenius, J., Zionts, S., "Multiple Criteria Decision Making, Multi Attribute Utility Theory: The Next Ten Years", *Management Science*, Vol. 38, No. 5, 645-654, (1992).
- [23] Shin, W.S., Ravindran, A., "Interactive Multiple Objective Optimization: survey I-continuous case", *Computers Operations Research*, Vol. 18, No. 1, 97-114, (1991).
- [24] El-Gayar, O.F., Leung, P.S., "A multiple criteria decision making framework for regional aquaculture development", *European Journal Of Operational Research*, Vol. 133, 462-482, (2001).
- [25] Charnes, A., Cooper, W.W., *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Vols. 1&2, John Wiley and Sons, New York, NY, (1961).
- [26] Schniederjans, M.J., *Goal Programming: Methodology and Applications*, Kluwer, Boston/Dordrecht/London, (1995).
- [27] Tamiz, M., Jones, D.F., "Interactive Frameworks for Investigation of Goal Programming Models: Theory and Practice", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 6, 52-60, (1997).

[28] Steuer, R.E., *Multiple Criteria Optimization Theory, Computation and Application*, John Wiley and Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto/Singapore, (1986).

[29] Lee, S.M., "Goal Programming for Decision Analysis of Multiple Objectives", *Sloan Management Review*, Winter, 11-24, (1972-73).

[30] Romero, C., "Extended lexicographic goal programming: a unifying approach", *The International Journal of Management Science*, Vol. 29, 63-71, (2001).

[31] Ignizio, J.P., *Goal Programming and Extensions*, Heath (Lexington Books), Lexington, MA, (1976).

[32] Ignizio, J.P., *Introduction to Linear Goal Programming*, Sage Publications, Beverly Hills, CA, (1985).

[33] Ijiri, Y., *Management Goals and Accounting for Control*, Rand McNally, Chicago, IL, (1965).

[34] Lee, S.M., *Goal Programming for Decision Analysis*, Auerbach Publishers, Philadelphia, PA, (1972).

[35] Schniederjans, M.J., *Linear Goal Programming*, Petrocelli Books, Princeton, NJ, (1984).

[36] Saber, H.M., Ravindran, A., "Nonlinear Goal Programming Theory and Practice: A Survey", *Computers and Operations Research*, Vol. 20, No. 3, 275-292, (1993).

[37] Miettinen, K., "Interactive Nonlinear Multiobjective Procedures", *Multiple Criteria Optimization; State of the Art Annotated Bibliographic Surveys*, Kluwer, 227-276, (2002).

[38] Stewart, T.J., and Belton, V., *Multiple Criteria Decision Analysis: an integrated approach*, Kluwer Academic Publishers, Boston, (2002).

[39] Zionts, S., Wallenius, J., "An interactive programming method for solving the multiple criteria problem", *Management Science*, Vol.22, No.6, 652-663, (1976).

[40] Zionts, S., Wallenius, J., "An interactive multiple objective linear programming method for a class of underlying nonlinear utility functions", *Management Science*, Vol.29, No.5, 519-529, (1983).

[41] Lara, P., Romero, C., "An interactive Multi-goal Programming Model for Determining Livestock Rations: an Application to Dairy Cows in Andalusia, Spain", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 43, No. 10, 945-953, (1992).

[42] Cooper R. et Kaplan R., "Measure Costs Right: Make the Right Decisions", *Harvard Business Review*, 96-104, (1988).

## **Biographie**

A.Çağrı TOLGA est né le 31 July 1975 à Aksaray. Il a complété ses études secondaires au Lycée Anatolien d'Aksaray en 1993.

Entre les années 1994-1999, il a fait ses études à l'Université Selçuk en Génie Civil. Pendant ses études il a fait deux stages en Société Tekeli Mühendislik İnşaat. Après l'éducation il a fait un projet de statique à Aksaray en 1999.

En 1999, il a commencé ses études de mastère à l'Université Galatasaray en Génie Industriel. Il travaille depuis avril 2000 comme assistant de recherche à l'Université Galatasaray.