

EVALUER UN SYSTEME DE PRODUCTION A L'AIDE D'UN MODELE DE REFERENCE BASE SUR L'ACTIVITY BASED COSTING

Alexandre LIVET¹, Marc BARTH², Roland DE GUIO³

Résumé : la maîtrise de l'évaluation des coûts de production est devenue une nécessité pour les entreprises contemporaines. Depuis plusieurs décennies, la méthode ABC (Activity Based Costing) propose une solution pour répartir les coûts indirects de production à l'aide du concept d'inducteur de coût. Cependant la méthode ABC ne propose pas de critères généraux pour identifier les inducteurs de coût pertinents. Un nouveau principe de résolution basé sur l'utilisation d'un modèle de référence est proposé dans cet article dans le cas particulier des systèmes de production. Ce modèle tient compte simultanément de l'ensemble des inducteurs de coût sans pour autant complexifier l'utilisation de la méthode ABC. Une application industrielle illustre l'utilisation et l'intérêt de ce modèle.

Mots clés : Activity Based Costing, système de production, modèle de référence, évaluation

1. Introduction

Dans un environnement de plus en plus concurrentiel, les entreprises contemporaines mettent en place des stratégies d'amélioration dans leurs différents services. Le système de production est un lieu privilégié de ces améliorations. La maîtrise de l'évaluation des coûts de production devient alors indispensable pour définir des priorités d'action lors de la définition d'un plan d'action d'amélioration.

L'application des méthodes comptables traditionnelles pour le calcul des coûts de production pose le problème de la répartition des coûts indirects qui prennent une part

¹ Chercheur, ²Maître de Conférences, ³Professeur des Universités au LICIA de l'INSA de Strasbourg

importante dans les systèmes de production et qui peuvent être très variables d'un produit à l'autre. De nouvelles méthodes d'évaluation financière sont apparues durant les dernières décades comme l'Activity Based Costing (ABC) [COO87], [BER88], [MEV91], [RAV98], [LOR01], le Target Costing ou le Kaizen Costing [LEE96].

La méthode ABC est employée avec succès par beaucoup d'entreprises [GUN98], [COO91] depuis de nombreuses années. Dans cette méthode, les ressources et leurs coûts sont affectés à des activités puis les activités et leurs coûts sont affectés aux objets de coût à l'aide de clés de répartition appelées inducteurs de coût (IC). Un des intérêts de la méthode ABC est de relier de manière directe les ressources et les objets de coût par un lien non arbitraire d'affectation via la connaissance des activités. La méthode ABC est utilisée soit pour une analyse de type « causes-effet » permettant de connaître les facteurs qui font varier le volume, le coût ou le délai d'une activité, soit comme modèle d'affectation des coûts directs et indirects. Un des enjeux majeurs de la méthode ABC est de proposer un langage commun, une passerelle, entre la vue « activité » si riche des ingénieurs et la vue « coût » si bien maîtrisée des gestionnaires [GUY00]. Dans la méthode ABC, la précision des coûts dépend essentiellement du niveau de détail de la description du système de production ainsi que du nombre d'inducteurs de coût (IC) utilisé [GOS97]. En théorie, il paraît alors judicieux de chercher et de tenir compte de tous les IC du système. En pratique, cela pose un problème lorsque le nombre d'IC est important [BAB93], [COO89] car le coût et le délai d'obtention des IC peuvent être rédhibitoires d'une part, et l'interprétation de la structure des coûts par un praticien [HOM01], [TOR02] devient difficile d'autre part. La méthode ABC ne propose pas de critères généraux pour trouver les IC pertinents. Ce problème est nommé Problème d'Optimisation des Inducteurs de Coûts (*Cost Driver Optimisation Problem*) [KIM03]. Face à ce constat, trois grands principes de résolution sont proposés dans la littérature.

Le premier principe consiste à comprendre par une enquête de terrain le fonctionnement du système de production étudié. Les managers sont interviewés et proposent d'utiliser des IC [GUN98], [GUP02]. Cette approche, outre sa simplicité, présente plusieurs limites. D'une part, les IC trouvés sont en général peu nombreux et déterminés a priori, ce qui ne garantit pas la pertinence du choix, et d'autre part, la méthode d'enquête utilisée pouvant être longue et coûteuse, elle n'incite pas les managers à remettre en cause les IC choisis. La dynamique d'évolution des IC n'est, alors, pas prise en compte.

Le deuxième principe correspond à l'utilisation des méthodes d'optimisation pour le choix d'IC pertinents à partir d'IC choisis a priori, comme les réseaux de neurones [BOD98], [GAR95], des techniques heuristiques [BAB93], [LEV96], des méthodes hybrides combinant l'utilisation des algorithmes génétiques et des réseaux de neurones [KIM03] et de modèles mathématiques [HOM01]. Ces approches sont moins empiriques que celles de la première famille mais se limitent à des IC retenus a priori par des praticiens.

Le troisième principe propose des modèles de coûts appliqués à des domaines particuliers comme la sécurité et la santé [RIE96], le calcul des coûts de production dans les ateliers fonctionnels [ADE97] ou les cellules de production [RAS99]. Bien que constituant un apport intéressant, ces modèles sont trop spécifiques et ne sont pas généralisables aux systèmes de production.

Dans cet article, nous proposons un autre principe et une démarche permettant de prendre en compte de manière exhaustive et simultanément tous les IC d'un système de production pour le calcul des coûts à l'aide de la méthode ABC. Cette démarche s'appuie sur les travaux issus du domaine de la modélisation d'entreprise [VER 99] et de la conception des systèmes de production [LIV02]. Un principe général permettant cette démarche consiste à utiliser un modèle de référence, terme normalisé dans le cadre méthodologique de l'ISO/TR 10 314 [ISO90] comme le précise la Figure 1. Ce cadre propose de décomposer un modèle d'un système au sein d'une entreprise suivant trois axes. Le premier axe « Cycle de Vie » identifie différentes étapes de la modélisation du système : définition du besoin, spécification et implantation. Le deuxième axe « Point de Vue » propose une décomposition du système suivant quatre vues : fonction, information, ressource et organisation. Le troisième axe « Niveau de Généricité » définit différents niveaux de descriptions de connaissances, des plus génériques aux plus particulières. Un modèle de référence est un modèle partiel qui peut être utilisé comme base pour obtenir un modèle particulier d'un système. Les cadres de modélisation proposent d'obtenir un modèle particulier à partir d'un modèle partiel lui-même issu d'un modèle générique, ce principe est appelé instantiation.

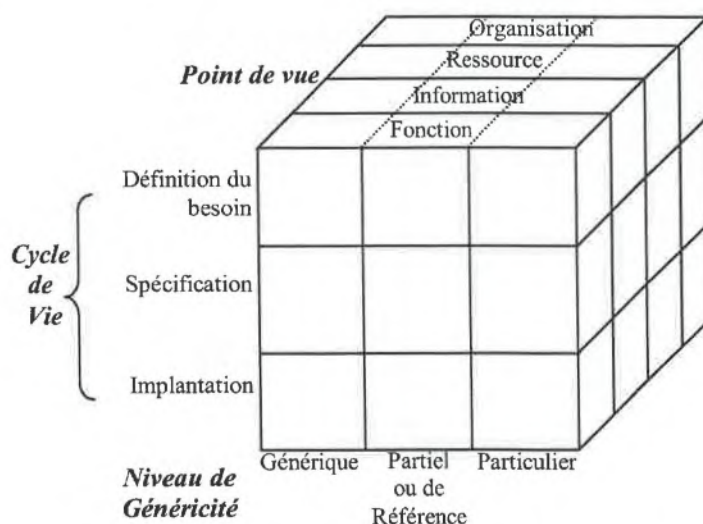


Figure 1 : Le cadre méthodologique ISO/TR 10 314

Le modèle de référence d'un système de production basé sur la méthode ABC proposé dans cet article doit permettre de :

- connaître et de tenir compte de tous les IC d'un système de production sans augmenter la difficulté et le coût d'obtention de ces IC ;
- faciliter l'interprétation des relations entre ressources, activités et objets de coût à partir de la connaissance exhaustive des IC ;
- comprendre les facteurs d'évolutions du système de production à partir de l'évolution des IC.

La construction de ce modèle de référence s'appuie sur la construction d'une ontologie basée sur de nombreuses études de cas et sur les travaux récents en modélisation d'entreprises cités précédemment. Le chapitre 2 présente notre modèle de référence ABC d'un système physique de production. Le chapitre 3 fournit une démarche pour obtenir un modèle particulier ABC pour un système de production donné. Le chapitre 4 illustre l'application et l'intérêt de notre approche dans une entreprise de traitement thermique.

2. Le modèle de référence ABC

Le modèle générique de la démarche ABC présenté Figure 2 est basé sur le principe suivant : les objets de coût consomment des activités, les activités consomment des ressources et les ressources consomment des coûts. Les inducteurs de ressources et d'activités sont les clés de répartition des consommations des ressources et des activités. Lors d'une étude de cas, chaque ressource, activité, objet de coût et les IC associés doivent être identifiés. Les principales difficultés d'une telle démarche sont la collecte des données et la structuration des relations entre les données. Ce recueil est un travail de terrain délicat et fastidieux, principalement en raison du facteur humain et du grand nombre d'informations à traiter. Lorsque l'on n'y prend pas garde, cette collecte est susceptible de remettre en question la qualité de modélisation et conduit à des coûts et des délais d'obtention de modélisation prohibitifs.

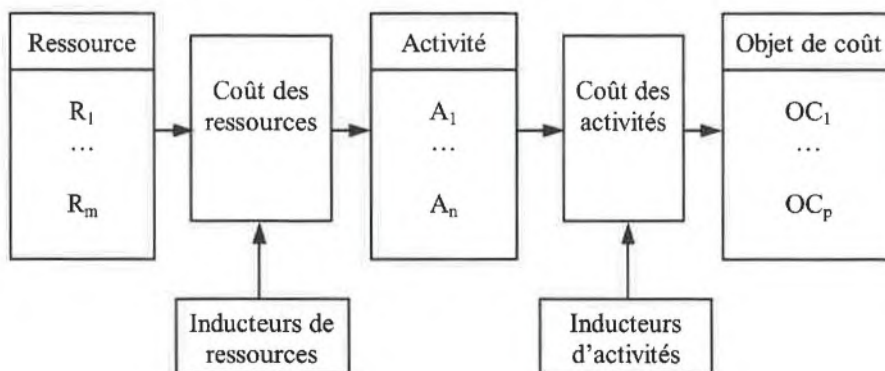


Figure 2 : Modèle générique de la démarche ABC

La solution de principe que nous proposons pour palier ces problèmes consiste à capitaliser les connaissances sur les ressources et les activités des systèmes physiques de production et de les synthétiser dans un modèle de référence. Utiliser un modèle de référence permet :

- de ne pas réitérer les mêmes recherches pour chaque nouvelle étude,
- de réduire les coûts et les délais d'obtention du modèle particulier étudié,
- d'éviter les omissions,
- d'élaborer des modèles particuliers différents (le même système à deux instants différents ou deux systèmes différents) mais comparables entre eux par l'utilisation du modèle de référence et ainsi de confronter ces systèmes.

La détermination des ressources et des activités de référence s'est appuyée sur une vingtaine d'études de cas industriels réalisées entre 1989 et 1999 [BAR 99], ainsi qu'une base bibliographique d'une centaine d'articles où des systèmes de production sont représentés. Ces entreprises ont, à un moment donné, éprouvé le besoin de représenter tout ou une partie de leur système de production. L'étude détaillée de ces systèmes de production a permis d'extraire une liste de ressources et d'activités particulières, de les classer à l'aide du modèle générique GAM (*Generic Activity Model*) [ISO90] représenté Figure 3, puis d'étudier les relations entre ressources, activités et objets de coût.

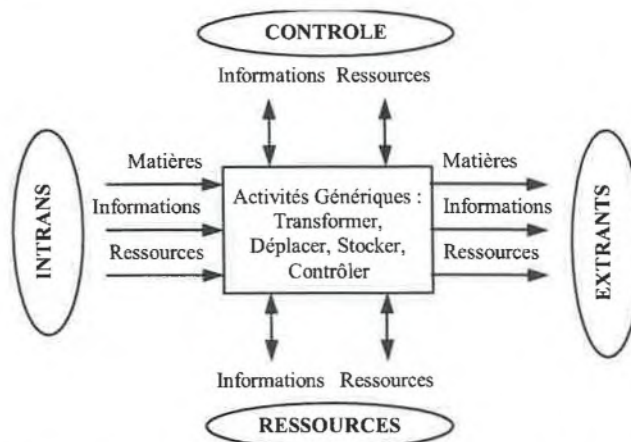


Figure 3 : Modèle d'activité suivant le modèle GAM

Le modèle GAM propose une classification :

- des activités en quatre catégories : transformer, déplacer, stocker et contrôler ;
- des données en sept catégories : les matières, les informations, quatre catégories de ressources pour réaliser les quatre activités précédentes et les ressources humaines.

Les données représentent les ressources et les objets de coût. La Figure 4 synthétise la structure arborescente des concepts de références ainsi obtenus.

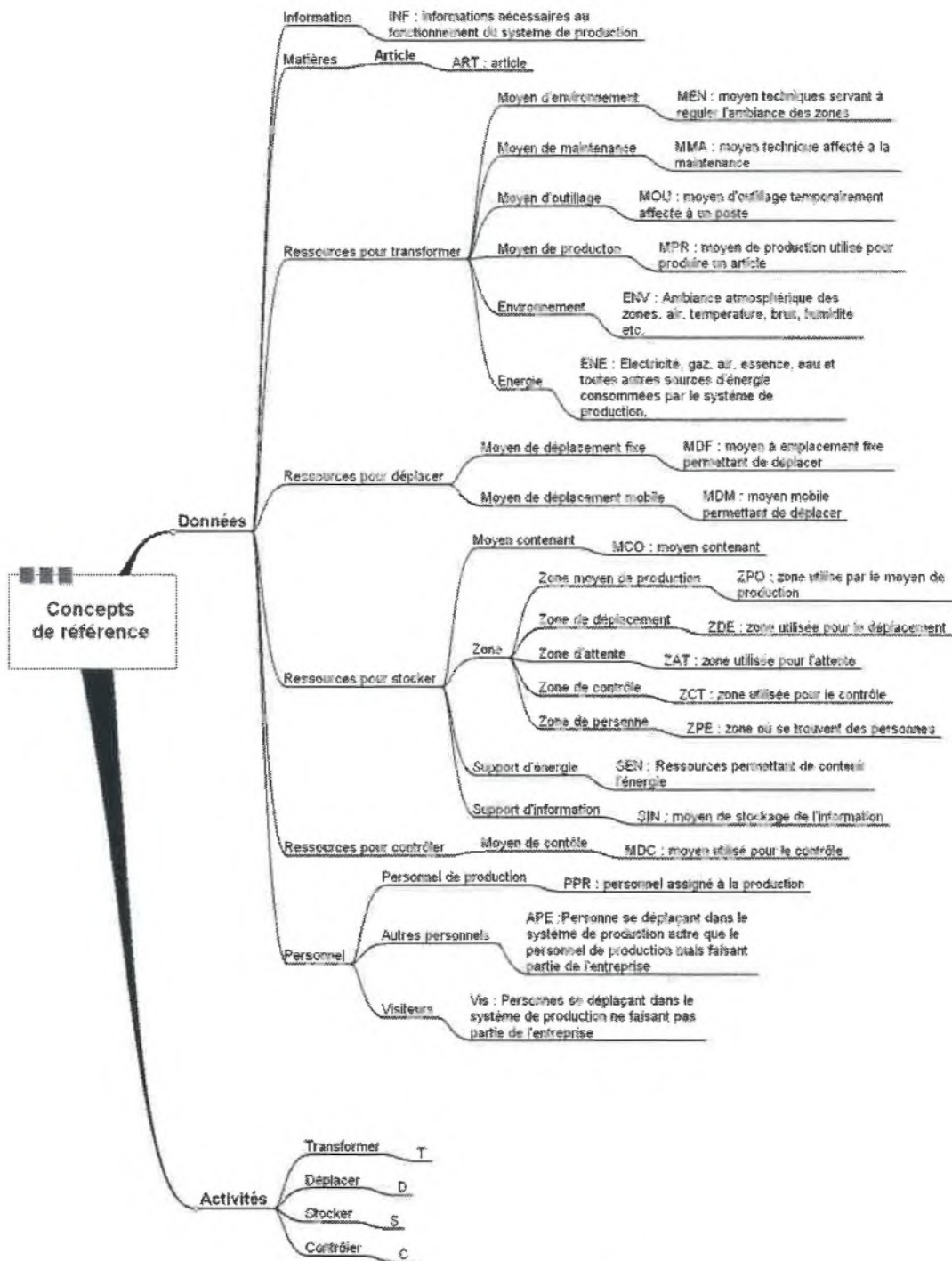


Figure 4 : Classification des concepts de référence

Après avoir obtenu les données et les activités de référence, l'analyse fine des cas précédemment cités permet d'extraire les relations entre ressources et activités. La détermination des objets de coût est dans le cas le plus général identique aux ressources de référence.

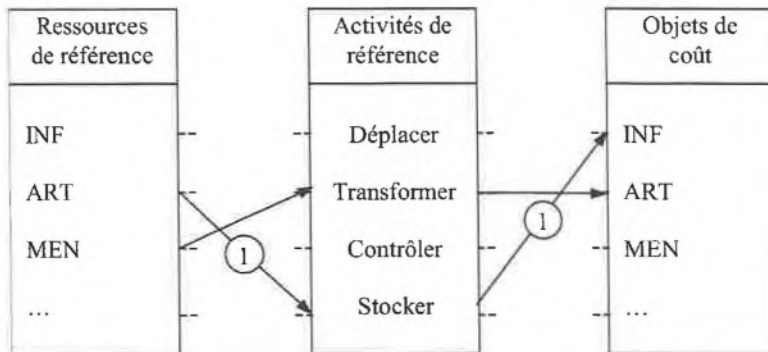


Figure 5 : Modèle de référence ABC appliqué aux systèmes de production

La Figure 5 présente un aperçu des relations de notre modèle de référence ABC. Par exemple, la flèche numérotée « 1 », appelée sous-activité de référence signifie : « l'article stocke l'information ». Pour faciliter la lecture de l'ensemble des relations entre ressources, activités et objets de coût de référence, ceux-ci ont été rangés dans une matrice carrée orientée. Le Tableau 1 est un fragment de la matrice figurant intégralement en annexe et représentant l'ensemble des sous-activités de référence. La matrice est orientée. Les concepts en ligne correspondent aux ressources qui réalisent l'activité sur les objets de coût en colonne. Les lettres « D, S, T, C » dans une case de la matrice indiquent la présence de la sous-activité de référence correspondante. L'absence de lettre signifie soit l'inexistence de la sous-activité de référence, soit que nous n'ayons trouvé aucune sous-activité dans les cas étudiés. Si une nouvelle sous-activité apparaît lors d'autres études de cas, elle sera alors rajoutée dans une des cases, ce qui permet à la matrice d'évoluer au gré des connaissances acquises par un concepteur ou un gestionnaire désirant s'approprier notre modèle.

		Objet de coût			
		INF : Information	ART : Article	MEN : moyen d'environnement	MMA : moyen de maintenance
Ressource	INF	C	C	C	C
	ART	S	S	S	S
	MEN				
	MMA	T		ST	ST

Tableau 1 : Fragment de la matrice de référence présentée en annexe

Compte tenu de la variété des technologies des ressources utilisées dans les entreprises que nous avons étudiées, il ne nous a pas semblé judicieux de proposer dans ce modèle de référence des IC de référence. En effet, ceux-ci sont dépendants d'un nombre de paramètres trop important ce qui rend difficile une généralisation des connaissances. Par exemple, dans le cas d'une sous-activité de référence de type « MDM -> D -> ART » (Moyen de déplacement mobile -> Déplace -> Article), l'inducteur d'activités peut être l'ordre de fabrication, la masse, la quantité de produit, le nombre de références ou encore la taille du lot de transfert. Ce dernier peut dépendre de la taille des conteneurs, du volume, de la masse ou de la forme des articles à transporter. Par conséquent, le modèle de référence proposé dans cet article se limite à la définition des ressources, des activités et des objets de coût. Le coût des ressources et des activités d'un cas particulier est calculé avec les techniques traditionnelles de la méthode ABC, mais en utilisant l'ensemble des IC en rapport avec toutes les sous-activités particulières. Lors d'une étude de cas, le modèle particulier s'obtient d'après le modèle de référence. Il devient alors nécessaire de proposer une démarche permettant d'obtenir les sous-activités particulières à un système à partir des sous-activités de référence. Les IC sont définis par le gestionnaire en charge de l'étude en analysant chacune des sous-activités.

3. Le modèle particulier

La démarche d'obtention du modèle particulier ABC est structurée en quatre étapes comme le montre la Figure 6.

La **première étape** consiste à prendre connaissance de l'entreprise, de son système de production et de ses dirigeants. Cette étape est nécessaire pour que les intervenants externes et internes à l'entreprise acquièrent une compréhension des rouages organisationnels et des savoir-faire de l'entreprise.

La **seconde étape** consiste à déterminer l'objectif à atteindre par l'utilisation du modèle particulier, mais également les limites de l'étude, afin de cibler l'information à collecter. Cette étape est réalisée en étroite collaboration avec la direction de l'entreprise et nécessite la création d'un groupe de travail où sont représentées les principales fonctions de l'entreprise (gestion, comptabilité, production,...). Parmi les objectifs, on peut citer par exemple : l'analyse des coûts des activités de tout ou d'une partie du système de production, l'identification des IC d'une famille de produits ou encore la modification des coûts de production suite à un changement de procédé de fabrication.

La **troisième étape** consiste, à partir des données d'entreprise (informations techniques, gammes, nomenclatures, produits finis et intermédiaires, etc.), à déterminer de manière la plus exhaustive possible les ressources, les activités et les objets de coût particuliers à partir des concepts de référence présentés Figure 4. La recherche des sous-activités du système est ensuite

engagée. Elle s'effectue par entretien avec le personnel, ou par observation directe, ou par conversion des gammes de production existantes en s'appuyant sur les sous-activités de référence présentées en annexe. Enfin, l'ensemble des ressources particulières est tout d'abord considéré comme objet de coût.

Lors de la **quatrième étape**, l'application de la démarche traditionnelle de la méthode ABC permet de calculer le coût des ressources, des activités et des objets de coût. L'affectation des coûts se fait à partir de la connaissance exhaustive de chaque IC de toutes les sous-activités particulières.

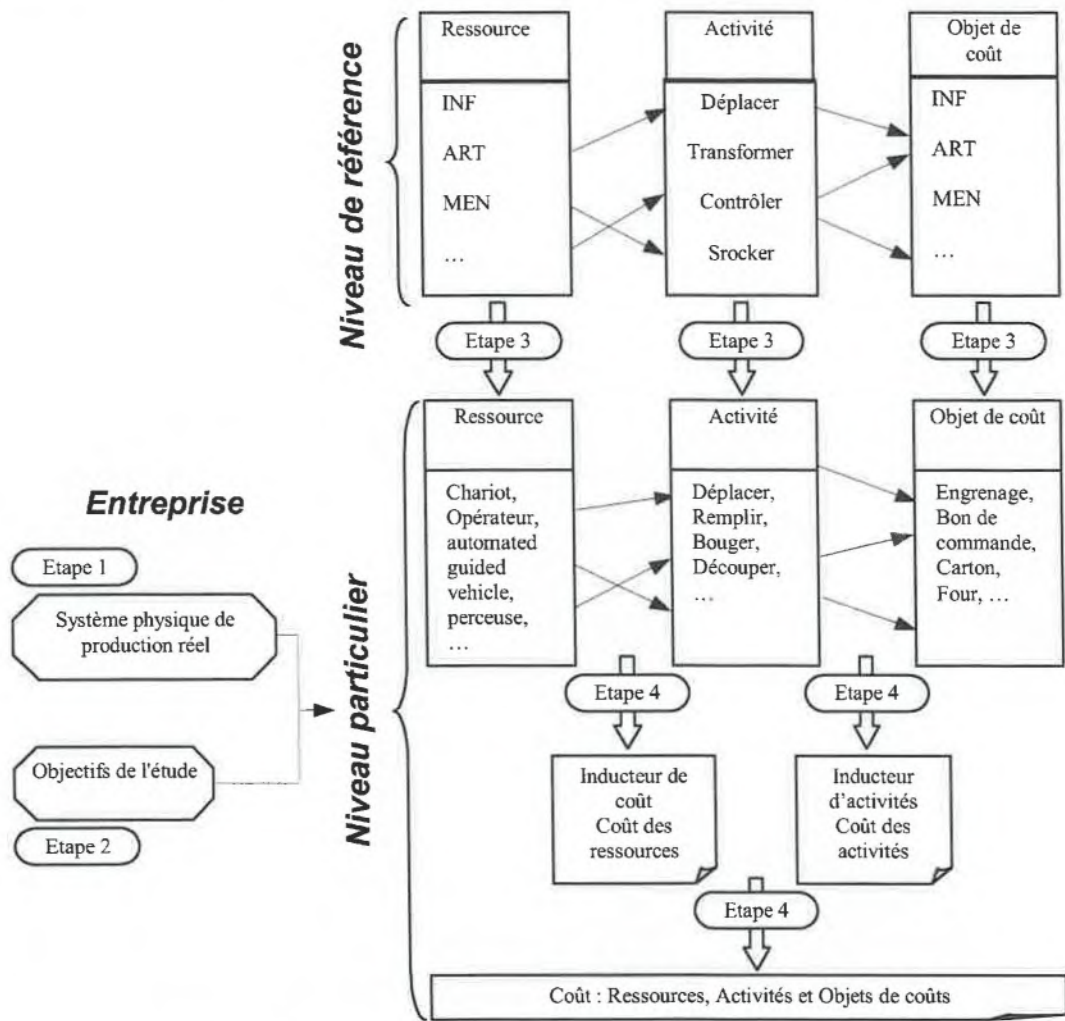


Figure 6 : Démarche d'obtention du modèle particulier ABC

Afin de faciliter l'application de cette démarche, nous avons instrumenté ces quatre étapes en concevant une base de données contenant le modèle de référence et des programmes nécessaires pour assister un gestionnaire à la création du modèle particulier ABC. Des modèles

IDEF3 et MERISE de la démarche ont également été réalisés [LIV02] pour permettre l'intégration de ces outils dans des systèmes informatiques d'entreprise.

4. Etude de cas industriel

L'étude de cas présentée dans cet article est une entreprise spécialisée dans le traitement thermique. Le système de production fonctionne en 3 équipes et emploie 30 personnes. Dans un premier temps, les quatre étapes de notre démarche pour élaborer le modèle particulier ABC du système de production sont présentées. Dans un deuxième temps l'analyse et l'interprétation du modèle particulier permettent de répondre aux questions posées par l'entreprise.

4.1 *Elaboration du modèle particulier*

Etape 1 : l'atelier de production étudié est spécialisé dans le traitement thermique à délai court de pièces unitaires et de petites séries de plusieurs milliers de références. Après réception de la commande d'un article, le responsable de production définit la gamme de fabrication. Les pièces à traiter sont réparties dans des conteneurs de 350 kg de masse brute au maximum, puis lancées en production.

Etape 2 : L'objectif de cette étude est triple :

- objectif 1 : l'entreprise calcule actuellement ses coûts de production à l'aide de deux clés de répartition : « le nombre d'heures par ordre de fabrication (OF) pour trempe » et « la masse à traiter » ; ces deux clés de répartition sont remises en cause et l'entreprise désire connaître les clés pertinentes ;
- objectif 2 : à partir de la connaissance du modèle particulier ABC, les sources d'amélioration pour réduire les coûts doivent être identifiées pour imaginer des plans d'action futurs ;
- objectif 3 : l'entreprise désire connaître l'impact sur le coût de production du remplacement de quatre fours de traitement sous atmosphère actuellement utilisés dans l'atelier de production par un four de traitement sous vide ; la connaissance de ces coûts doit faciliter la prise de décision pour cet investissement.

Etape 3 et 4 : l'élaboration du modèle particulier a nécessité moins de 120 heures/hommes pendant une durée de quatre semaines. L'objet de coût identifié pour cette étude est « l'article ».

A l'issue de cette démarche sont identifiés :

- 302 ressources particulières,
- 1366 sous-activités particulières (Tableau 2),
- 47 IC,
- 15 IC parmi les 47 IC (Tableau 3) sont liés à l'objet de coût de référence « Article ».

Chaque sous-activité représentée par une ligne dans le Tableau 2 précise les concepts de référence attachés à chaque ressource, activité et objet de coût particulier ainsi que le coût annuel de la sous-activité. Ce coût est calculé avec les techniques classiques utilisées en ABC. Le coût annuel de chaque ressource est affecté à la sous-activité via son IC.

SA : Sous-activités	Niveau de référence			Niveau particulier				
	Ressource	Activité	Objet de coût	Ressource	Activité	Objet de coût	IC	CA coût annuel
1	MDM	D	ART	Chariot	Déplace	ART X	n°12 Nombre de palettes	316 €
2	MPR	T	ART	Enrobeuse	Emballer	ART X	n°3 Nombre d'articles	650 €
3	MDC	C	ART	Balance	Pèse	ART X	n°3 Nombre d'articles	230 €

1366	...	...	...	...	...	...	...	...

Tableau 2 : Liste partielle des sous-activités

n° 1	masse totale d'une commande	n° 9	nombre d'heures par OF pour recuit
n° 2	nombre de commandes du client	n° 10	nombre d'OF pour le recuit spécial
n° 3	nombre d'articles	n° 11	nombre de conteneurs
n° 4	nombre d'ordres de fabrication (OF) pour l'atelier	n° 12	nombre de palettes
n° 5	masse à traiter par OF	n° 13	nombre d'erreurs en entrée
n° 6	nombre d'OF pour trempe	n° 14	nombre d'erreurs intermédiaires
n° 7	nombre d'heures par OF pour trempe	n° 15	nombre d'erreurs en sortie
n° 8	nombre d'OF pour recuit		

Tableau 3 : Liste des 15 IC liés à l'article

4.2 Analyse et interprétation du Modèle Particulier

Objectif 1 : Pertinence des IC actuel

Déterminer la pertinence des IC actuels revient à comprendre la répartition des coûts de production pour chacun des 15 IC pour l'ensemble des articles produits par l'entreprise. Pour un article donné, on calcule pour chaque IC la somme des coûts annuels liés à chaque IC rapportée au coût total annuel de l'article (colonne « Coût de l'IC en % » dans le Tableau 4). Par exemple pour l'article X, le coût annuel est de 316 € pour l'IC n° 12 et de 880 € (650+230) pour l'IC n° 3. Le coût total annuel de l'article est la somme des coûts de chaque sous-activité soit 1196 € (316+650+230). Finalement le coût de l'IC en % est de 26.42 % pour l'IC n° 12 (316/1196) et de 73.58 % (880/1196) pour l'IC n° 3, la somme des % des coûts de l'IC est égale à 100 %.

<i>n° Sous-activités (SA)</i>	<i>Ressource</i>	<i>Activité</i>	<i>Objet de coût</i>	<i>IC</i>	<i>Coût annuel de la SA</i>	<i>Coût total de l'article</i>	<i>Coût de l'IC</i>	<i>Coût de l'IC en %</i>
1	Chariot	Déplace	Article X	n° 12 Nombre de palettes	316 €	1196 €	316 €	26.42 %
2	Enrobeuse	Emballe	Article X	n° 3 Nombre d'articles	650 €	1196 €	880 €	73.58 %
3	Balance	Pèse	Article X	n° 3 Nombre d'articles	230 €	1196 €	880 €	73.58 %
...
1366	...	...	...	...	...	...	...	...

Tableau 4 : Liste des sous-activités valorisées

Le graphique Figure 7 représente à titre d'exemple les 15 IC en abscisse et le coût de l'IC en % en ordonnée pour cinq types d'articles représentant un échantillon représentatif en terme de volume de production.

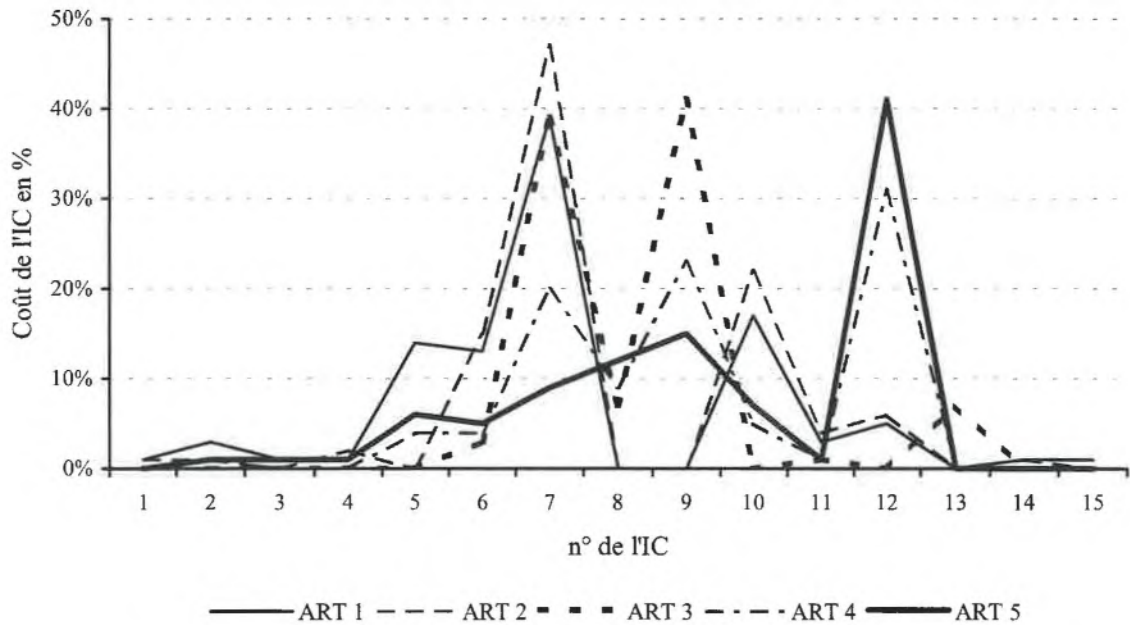


Figure 7 : Profils de répartition des coûts de cinq articles représentatifs

Ainsi, 83 % du coût de l'article 1 (ART 1) sont répartis sur 4 IC (n° 7, 10, 5, 6 dans l'ordre décroissant de valeur) et 84 % du coût de l'ART 5 est réparti sur 5 IC (n° 12, 9, 8, 7, 10 dans l'ordre décroissant de valeur). On remarque ainsi une répartition très hétérogène des coûts pour ces cinq articles. Une analyse statistique plus fine montre qu'il existe plus d'une centaine de profils de courbe différents. On peut, par conséquent, conclure sur le manque de pertinence des IC choisis a priori par l'entreprise, les IC n° 5 et n° 7 respectivement « le nombre d'heures par OF

pour trempe » et « la masse à traiter » (Tableau 3). Ces IC sont représentatifs de moins de 30 % des profils observés. L'analyse des sous-activités à partir du Tableau 2 permet de comprendre ces résultats. La variation importante de la répartition des IC provient de la combinatoire issue des caractéristiques d'un article, du procédé de production et du mode de gestion, par exemple :

- un article est caractérisé par sa masse, sa forme, sa matière et la profondeur du traitement (de 0.05 mm à 1.7 mm) à réaliser ;
- le système de production est caractérisé par la variété des procédés, la masse, d'un conteneur, la durée du traitement ;
- le mode de gestion est caractérisé par le volume de production, la taille du lot de production, la taille du lot de transfert et le taux de rebut ;
- il est conseillé, pour cette entreprise, de conserver l'ensemble des IC pour avoir une bonne connaissance de ces coûts de revient.

Objectif 2 : Identification des sources d'amélioration

Amélioration n° 1 : l'observation de la Figure 7 montre que l'ART 3 a une part du coût relativement importante (7 %) pour l'IC n°13 (nombre d'erreurs en entrée). Le nombre d'erreur en entrée caractérise ce type d'article. La précision du modèle permet d'identifier l'origine de ce coût en analysant le Tableau 4 et ainsi de mettre en évidence les sous-activités liées à cet IC. Dans ce cas, cet IC trouve son origine dans la sous-activité de contrôle de conformité du bon de commande du client et des pièces envoyées par celui-ci. Lors d'une irrégularité, un ensemble d'activités est nécessaire pour remettre les articles dans le processus normal. Outre la possibilité d'identifier dans les activités celles dont le coût peut être réduit, il est également possible de remonter au(x) client(s), source de ces commandes.

Amélioration n° 2 : le coût de l'article type représenté Figure 8 est caractérisé par 3 IC principaux : l'IC n° 9 (nombre d'heures par OF pour recuit), l'IC n° 3 (nombre d'articles) et le IC n° 11 (nombre de conteneurs). Ce type de commande est caractérisé par un très grand nombre de petites pièces (entre 500 et 1000) nécessitant un rangement ordonné en quinconce dans des conteneurs, ce qui implique un coût de main-d'œuvre directement lié au nombre d'articles, d'où l'importance de l'IC n° 3. De plus, le rangement particulier des pièces dans les conteneurs réduit considérablement le nombre de pièces par conteneur augmentant ainsi les coûts liés au nombre de conteneurs (IC n° 11). Dans ce cas, l'entreprise a entrepris une négociation afin que le client range les pièces directement dans les conteneurs en sortie de sa machine. Cette amélioration n'entraîne pas de surcoût chez le client et diminue de manière substantielle les coûts du traitement thermique. Cette idée d'amélioration était issue de l'intuition du gestionnaire de l'entreprise. Pour notre part, nous avons suggéré cette amélioration par la simple observation de la structure des coûts dans le Tableau 2 sans observer le système de production sur le terrain.

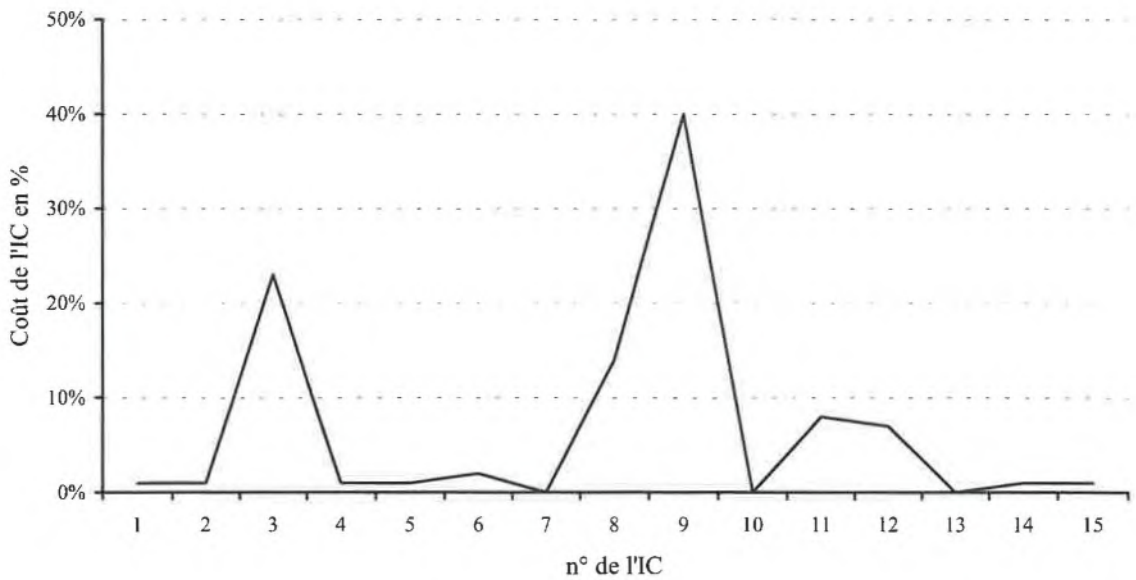


Figure 8 : Profil type de répartition des coûts

Objectif 3 : Investissement dans un nouveau four

L'entreprise désire remplacer quatre fours de traitement sous atmosphère par un four de traitement sous-vide. Cette nouvelle technologie permet une réduction du temps de traitement de l'ordre de 50 %. Dans les démarches traditionnelles de calcul de rentabilité, nous avons souvent constaté que le gain est estimé principalement par rapport aux variations du temps de production, et l'impact sur l'ensemble des ressources et activités n'est pas étudié. Notre modèle permet de tenir compte de ces changements en modifiant la liste des sous activités dans le Tableau 4. Cette modification est aisée dans la mesure où cette liste est informatisée. Pour un type d'articles concernés par ce changement, la Figure 9 présente la courbe de gain minimum, moyen et maximum, du coût annuel par IC. Un pourcentage positif (négatif) indique une diminution du coût de production (une augmentation du coût de production). Le changement de four induit un gain moyen de 48 %, observé sur l'IC n° 7 (nombre d'heures par OF pour trempe) car le temps de cuisson est réduit. En revanche, on constate une perte pour l'IC n° 6 (nombre d'OF pour trempe) car le four de traitement sous vide augmente le nombre d'ordres de fabrication, induisant davantage de manutention et de réglages. La Figure 10 présente les gains annuels de production sur 38 articles représentatifs concernés par ce changement de technologie. Le gain maximal et minimal est respectivement de 40 % et de 3 % pour un gain moyen de 19 %.

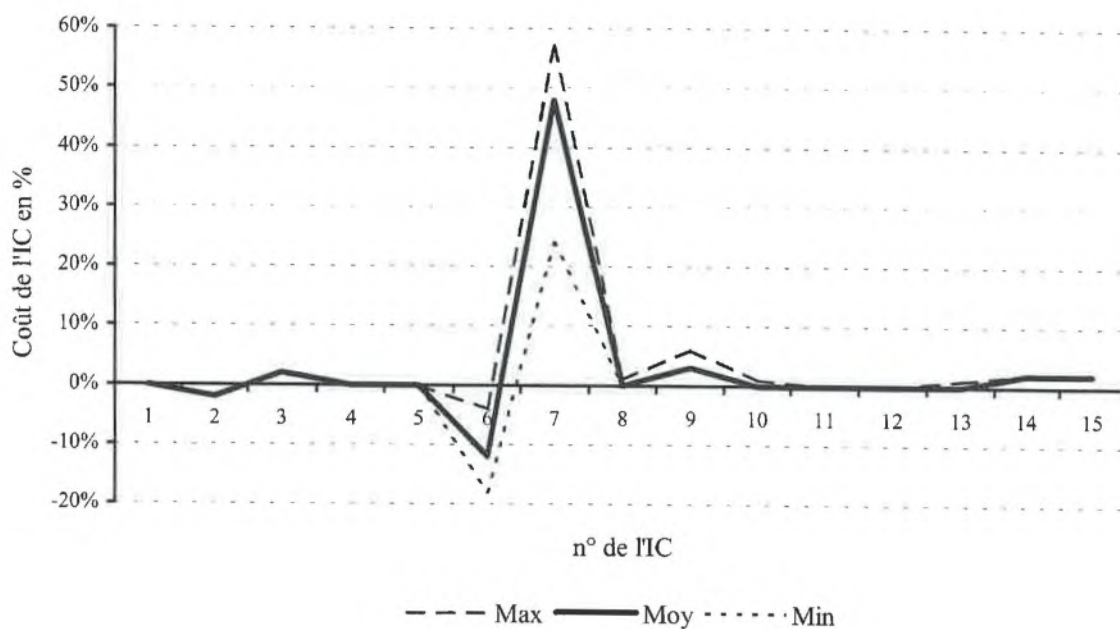


Figure 9 : Gain annuel par IC

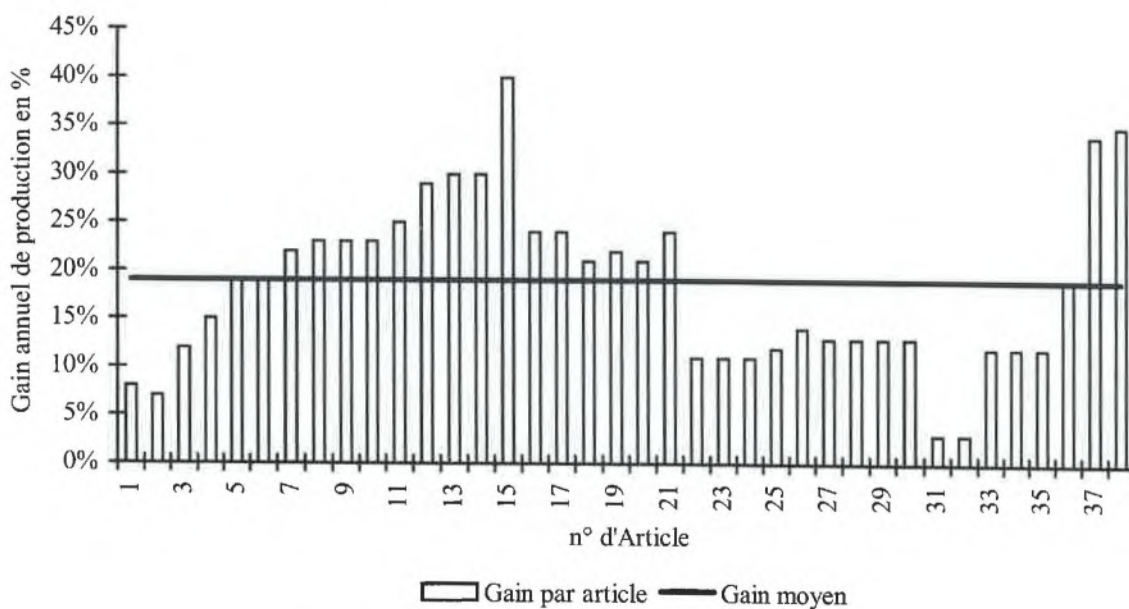


Figure 10 : Gain annuel de production

5. Discussion et conclusion

La maîtrise de l'évaluation des coûts de production est devenue une nécessité. Depuis plusieurs décennies, la méthode ABC propose une solution pour répartir les coûts indirects de production à l'aide du concept d'IC.

Cependant elle ne propose pas de critères généraux pour trouver les IC pertinents. Ce problème est connu sous le nom de Problème d'Optimisation des Inducteurs de Coûts. La possibilité de mesurer précisément, dans un délai et avec un coût raisonnable les coûts des activités grâce au modèle de référence proposé tenant compte de l'intégralité des IC, permet d'appliquer la méthode ABC en contournant le Problème d'Optimisation des Inducteurs de Coûts dans le cas particulier des systèmes de production. A partir de ce résultat et de son application sur plusieurs cas, nous en tirons quelques conclusions.

Lors de l'application de notre démarche pour des systèmes de production de taille équivalente (30 à 60 employés), l'élaboration du modèle particulier a nécessité moins de 150 heures/hommes dans un délai de moins de quatre semaines. Ce délai a été jugé acceptable par les entreprises au vu de la précision et de la pertinence des informations obtenues par le modèle particulier.

La connaissance exhaustive des sous-activités et des IC liés permet de connaître qualitativement et quantitativement les liens entre les objets de coût, les activités et les ressources du système. Ces informations sont particulièrement utiles dans les problématiques d'amélioration continue où la réduction des coûts devient en enjeu majeur. Le gestionnaire a ainsi une bonne connaissance de la cause des coûts. Il peut par exemple connaître pour chaque article, la part des coûts liés aux activités « Déplacer » et « Stocker » qui sont à faible valeur ajoutée. Lors du choix d'un nouvel investissement en moyen de production, les méthodes traditionnelles utilisées ne tiennent souvent compte que de l'apport directement lié au nouveau moyen telle la diminution des temps de production. Notre modèle permet de tenir compte de l'ensemble des liens créés ou modifiés en tenant à jour la liste des sous-activités liée au nouveau moyen. Dans certain cas, on observe une augmentation du coût de certaines sous-activités qui peut annihiler les gains escomptés, phénomène largement connu et cité par les praticiens concevant des systèmes de production fortement automatisés. Notre modèle permet ainsi de rassurer le gestionnaire sur l'impact du nouvel investissement sur le fonctionnement complet de son système de production. Pour l'instant nous avons appliqué notre démarche dans des petites et moyennes entreprises et sur des systèmes de production de taille limitée. Nous pensons que cette démarche est transférable dans les grandes entreprises qui possèdent d'une part une culture de gestion compatible avec la méthode ABC et d'autre part des systèmes de production d'une taille limitée pour faciliter leur gestion. Dans son fondement, notre méthode permet de s'affranchir du problème de taille en proposant un modèle de référence.

Une des prochaines étapes de cette recherche consiste à accélérer encore davantage l'obtention d'un tel modèle ABC en proposant une intégration complète des concepts étudiés au sein des progiciels de type ERP (*Enterprise Resource Planning*). Le résultat de l'utilisation de notre modèle des processus de production identifie et utilise simultanément tous les IC au niveau des sous-activités du système. Ce résultat supprime le Problème d'Optimisation des Inducteurs de Coûts dans le cas particulier des systèmes de production. Il reste à proposer dans de futures recherches, à l'aide de l'approche proposée dans cet article, d'autres modèles de référence liés à des domaines particuliers.

6. Bibliographie

- [ADE97] Adeyemi Aderoba, A generalised cost-estimation model for job shops, *International Journal of Production Economics*, Volume 53, Issue 3, 4 December 1997, Pages 257-263.
- [BAB93] Babad, Y.M., & Balachandran, B.V. (1993). Cost driver optimization in activity based-costing. *The accounting Review*, 68(3), 563-575.
- [BAR99] Barth, M., De Guio R., 1999, Industrial Implementation of Production Flow Analysis. In IRANI A.S. (ed) *Handbook of Cellular Manufacturing Systems* John Wiley & Sons, Incorporated.
- [BER88] Berliner, C and Brimson, J.A. (eds) (1988) *Cost Management for today's Advanced Manufacturing : The CAM-I Conceptual Design*. Harvard Business School Press, Boston.
- [BOD98] Bode, J. (1998a). Neural network for cost estimation. *Cost Engineering*, 40(1), 25-30.
- [CAG02] Douglass Cagwin and Marinus J. Bouwman, The association between activity-based costing and improvement in financial performance, *Management Accounting Research*, Volume 13, Issue 1, March 2002, Pages 1-39.
- [COO87] Cooper, R. (1987) Does your compan need a new cost system ? *Journal of cost management* Spring.
- [COO89] Cooper, R., 1989. The rise of activity-based costing part three : how many cost driver do you needn and how do you select them ? *Journal of Cost Management*, 2(4), 34-36.
- [COO91] Cooper, R., Kaplan, R.S., 1991. *The Design of Cost Management System*. Prentice(Hall International, London.
- [GAR95] Garza, J.M., & Rouhana, K.G., (1995). Neural networks versus parameter-based applications in cost estimating. *Cost Engineering*, 37(2), 14-18.
- [GOS97] Maurice Gosselin, The effect of strategy and organizational structure on the adoption and implementation of activity-based costing, *Accounting, Organizations and Society*, Volume 22, Issue 2, February 1997, Pages 105-122.
- [GUN98] A. Gunasekaran and M. Sarhadi, Implementation of activity-based costing in manufacturing, *International Journal of Production Economics*, Volumes 56-57, 20 September 1998, Pages 231-242.

- [GUP02] M. Gupta and K. Galloway, Activity-based costing/management and its implications for operations management, *Technovation*, In Press, Corrected Proof, Available online 30 October 2002, .
- [GUY00] C. Guyon, G. Prouteau, C. Fluck, G. Carton, ABC...GRH : L'implication active des opérationnels, facteur-clé de succès de l'ABC, *Echanges*, n°168, Juillet 2000.
- [HOM01] Carsten Homburg, A note on optimal cost driver selection in ABC, *Management Accounting Research*, Volume 12, Issue 2, June 2001, Pages 197-205.
- [ISO 90] ISO TR 10 314, *Reference Model for Shop Floor Production Standards*, Technical report 10314, Part 1, ISO TC 184/SC5/WG1 N126 and Part 2, ISO TC 184/SC5/WG1 N160, 1990.
- [ITT99] Christopher D. Ittner, Activity-based costing concepts for quality improvement, *European Management Journal*, Volume 17, Issue 5, October 1999, Pages 492-500.
- [KIM03] Kyoung-jae Kim and Ingoo Han, Application of a hybrid genetic algorithm and neural network approach in activity-based costing, *Expert Systems with Applications*, Volume 24, Issue 1, January 2003, Pages 73-77.
- [LEE96] John Y. Lee Yasuhiro Monden, An international comparison of manufacturing-friendly cost management systems, *The International Journal of Accounting*, Volume 31, Issue 2, 1996, Pages 197-212.
- [LEV96] Levitan, A & Gupta, M. (1996). Using genetic algorithms to optimize the selection of cost drivers in activity-based costing. *International Journal of intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 5(3), 129-145.
- [LIV02] Alexandre Livet, Modélisation des systèmes physique de production pour l'évaluation des coûts des activités, thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, décembre 2002.
- [LOR01] P. LORINO, Les indicateurs de performance dans le pilotage de l'entreprise dans l'ouvrage *Indicateurs de performance*, éditions Hermès, 2001, pp. 49-64.
- [MEV91] P. MEVELLEC, *Outils de gestion : la pertinence retrouvée*, Ed. Comptables Malesherbes, 1991.
- [RAS99] Rodney R. Rasmussen, Paul A. Savory and Robert E. Williams, Integrating simulation with activity-based management to evaluate manufacturing cell part sequencing, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 37, Issue 4, 1 December 1999, Pages 757-768.
- [RAV98] L. Ravignon , P.L. Bescos, M. Joalland, S. Le Bourgeois, A. Malejac, *La méthode ABC/ABM*, Editions d'Organisation, 1998.
- [RIE96] Philippe F. Riel and Daniel Imbeau, Justifying investments in industrial ergonomics, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 18, Issues 5-6, December 1996, Pages 349-361.
- [TOR02] Katja Tornberg, Miikka Jämsen and Jari Paranko, Activity-based costing and process modeling for cost-conscious product design: A case study in a manufacturing company, *International Journal of Production Economics*, Volume 79, Issue 1, 1 September 2002, Pages 75-82.
- [VER 99] François Vernadat, *Techniques de modélisation en entreprise : application aux processus opérationnels*, Economica, 1999.

Annexe : matrice de référence des sous-activités

	I N F	A R T	M E N	M M A	M O U	M P R	E N V	E N E	M D F	M D M	M C O	Z P O	Z D E	Z A T	Z C T	Z P E	S E N	S I N	M D C	P P R	A P E	V I S
INF	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
ART	S	S	S	S	S	S	T		S	S	S						S	S T	S	S	S	S
MEN							T										S	S T				
MMA	T		S T	S T	S T	S T	T	T	S T	S T	S T	T	T	T	T	T	S T	S T	S T			
MOU		S T			S T	S T	T		S T	S T	S T						S	S T				
MPR	T	S T	S	S	S T	S T	T		S T	S T	S T						S	S T	S	S		
ENV		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
ENE	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
MDF	D	D S	D S	D S	D S	D S	T		D S	D S	D S						D S	D S T	D S	D S	D S	D S
MDM	D	D S	D S	D S	D S	D S	T		D S	D S	D S						D S	D S T	D S	D S	D S	D S
MCO		S	S	S	S	S	T		S	S	S						S	S T	S	S		
ZPO		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S					S	S	S	S		
ZDE		S	S	S	S		S	S	S	S	S		S				S	S	S	S	S	S
ZAT		S	S	S			S	S	S	S	S			S			S	S	S	S		
ZCT			S	S			S	S	S	S	S				S		S	S	S	S		
ZPE			S	S			S	S								S	S	S	S	S	S	S
SEN							T	S										S T				
SIN	S						T											S T				
MDC	T C	S C	S C	S C	S C	S C	T C	C	S C	S C	S C	C	C	C	C	C	SC	S T C	S C	SC	SC	SC
PPR	D T C	D S T C	D S T C	D S T C	D S T C	T C	T C	C	D S T C	D S T C	D S T C	T C	T C	T C	T C	T C	D S T C	D S T C	D S T C	D C	D C	D C
APE	D T C						T											D S		D	D	D
VIS							T											S				