

# L'explication de la consommation de coûts dans le secteur bancaire : la complémentarité de la méthode de régression en composantes principales et de la régression PLS\*

---

Gervais THENET

*Université de Rennes 1*

*Correspondance :*

CREREG

IGR-IAE, 11 rue Jean Macé, BP 1997

35019 Rennes Cedex 7

Tél. : 02.99.8.77.94. Fax: 02.99.84.78.00

Email : gervais.thenet@univ-rennes1.fr

**Résumé :** Cet article propose une alternative à l'analyse des coûts opératoires. Modélisé à partir d'une régression sur composantes principales, le processus de consommation de ressources est ensuite envisagé en utilisant la régression PLS, laquelle corrobore l'existence de fonctions de performance ainsi que l'occurrence de coûts fixes incompressibles.

**Mots-clés :** banque – coûts opératoires bancaires – *input – output* – performance productive – régression linéaire multiple – régression en composantes principales – régression par les moindres carrés partiels

**Abstract :** This paper suggests a new approach for analyzing operating costs. After using a principal components regression method, the criteria expressing the costs structuring have been viewed through a partial least squares regression model. We still confirm the impact of performance functions as the existence of unreducible overheads.

**Keywords :** bank – banking operating costs – *input – output* – productive performance – multiple linear regression – regression in principal components – partial least squares regression

---

\* PLS regression : *Partial Least Squares Regression*, plus souvent dénommée Régression par les moindres carrés partiels.

Ce n'est qu'à la fin des années 1970 que la fonction contrôle de gestion a définitivement été implantée dans le secteur bancaire. Ce besoin correspond au souci de suivre les charges d'exploitation « à la trace » pour procéder à d'éventuelles tarifications des services. Mais, un tel traitement des dépenses suggère une interrogation comptable majeure : celle de l'imputation d'éléments généralement considérés comme fixes et indirects. L'estimation des coûts de traitement administratifs, plus connue sous l'appellation « coûts opératoires »<sup>1</sup>, se situe dans cette perspective. Toutefois, la multiplicité des facteurs qui pilotent le processus de consommation de ressources rend l'exercice très délicat. On peut légitimement se demander dans quelle mesure le caractère polysémique de la fonction de production bancaire permet de spécifier correctement les faits générateurs de la consommation de ressources. L'analyse détaillée du processus peut alors se comprendre de la façon suivante : « à partir d'une fonction de production où un output  $Y_i$  est obtenu par combinaison de facteurs  $F_1, F_j, F_n$ , on construit une fonction de coût  $C_i = g(Y_i)$  en passant par des fonctions de consommation des facteurs où  $F_j = f(Y_i)$  » [A. Chiavelli 1992]. Aussi, le rapport entretenu entre les ressources consommées et la production peut s'apprécier à travers le concept de fonction de performance productive qui constitue le résultat d'un acte productif (administratif ou non). Naturellement, la force de ces fonctions de performance se voit directement conditionnée par les lois de combinaison des activités reliant les *inputs* (les ressources) aux *outputs* (la production)<sup>2</sup> ; et donc par les

---

<sup>1</sup> Ces coûts d'opérations agrègent les charges de production consommées par les centres de responsabilité (agences, services opérationnels du siège). Ils se composent essentiellement des charges salariales des personnels affectés à l'exécution des tâches administratives, des consommables propres aux centres, des dépenses liées aux amortissements des matériels et à l'occupation des locaux ainsi que des frais relatifs aux fournitures et prestations reçues des centres de moyens (économat, informatique centrale).

<sup>2</sup> On retrouve, à travers cette question, la problématique *inputs-outputs* développée par la méthode DEA (*Data Envelopment Analysis*) consistant à déterminer « l'enveloppe » de production d'un ensemble « d'unités de décision » (les « DMUs »). Le problème revient alors à déterminer quel sous-ensemble constitué de  $n$  DMUs détermine la frontière efficace délimitant l'ensemble de production.

« inducteurs » sous-jacents. Or, en contrôle de gestion, les principales méthodes explicatives du processus de consommation de ressources ont pour préoccupation commune de concevoir les coûts à partir d'un facteur explicatif unique (qu'il s'agisse de la méthode ABC ou des méthodes classiques d'imputation<sup>3</sup>). S'agissant de coûts opératoires, ce processus n'est cependant pas assujéti à un inducteur de coût exclusif, mais au contraire à tout un faisceau de critères. Pour l'affirmer, nous testerons le comportement des charges de personnel constatées dans quarante trois guichets d'agences bancaires. Ayant identifié, à l'aide des méthodes classiques de régression, la fonction de consommation de ressources qui relie les *inputs* aux *outputs* (section 1), nous tenterons d'affiner nos conclusions en employant un modèle de régression par les moindres carrés partiels appliqué au secteur bancaire. Grâce à cette méthode, nous résoudrons, d'une part, les problèmes économétriques sous-jacents à l'emploi des méthodes classiques<sup>4</sup> (conditions de multinormalité et contrainte de colinéarité sur les variables explicatives). D'autre part, la régression PLS nous permettra de préserver l'ensemble des variables explicatives, dégageant ainsi individuellement les principaux facteurs de consommation de coûts (section 2).

## 1. L'analyse du processus de consommation de ressources en milieu bancaire

L'activité bancaire se singularise par nombre de produits et de services liés pour lesquels il est souvent difficile de mesurer un coût pertinent. Dans ces conditions, le processus de consommation de ressources peut s'appréhender en vérifiant la relation établie entre le niveau des ressources mis en œuvre et la production constatée en contrepartie.

---

Parmi les nombreuses références sur le thème, nous conseillons plus particulièrement [A. Charnes, W. W. Cooper 1993 ; A. Boussofiane et *al.* 1991].

<sup>3</sup> On reconnaîtra ici les modes de répartition des coûts joints et des coûts communs fondés sur le concept de « coût indépendant » (modèles développés par S. Morarity 1975 ; J. G. Louderback 1976 ; B. V. Ramakrishnan 1981 ; J. S. Gangolly 1981 ; M. Shubik 1962 ; L. S. Shapley 1953).

<sup>4</sup> Notamment la régression multiple par les moindres carrés ordinaires (MCO).

C'est pourquoi, après avoir expliqué en quoi l'analyse *input-output* est particulièrement utile pour l'analyse du processus de consommation de ressources en milieu bancaire (section 1.1), nous tenterons de tester empiriquement la portée du concept de fonction de performance (section 1.2).

### ***1.1. L'analyse du processus de consommation de ressources à partir de la spécification d'une relation inputs-outputs***

Notre objectif est d'analyser la séquence qui relie un niveau de production, identifiable à un vecteur d'*outputs* que nous définirons plus loin, aux ressources disponibles justifiant l'existence même de cette production. Pour résoudre ce problème, la plupart des méthodes d'analyse de coûts, qu'il s'agisse de la méthode des sections homogènes, de la méthode ABC ou des approches classiques de la répartition, se fondent sur la recherche d'un critère exclusif, explicatif du facteur principal de consommation de ressources. Toutefois, devant la complexité du processus, l'identification d'un critère explicatif unique semble trop restrictif. Pour cette raison, nous préférons aborder la relation *inputs-outputs* en recourant au concept de fonction de performance représentatif des « *différentes lois de combinaison des activités qui établissent la relation entre le niveau des inputs et celui des outputs* » [G. Thenet 1995, 1996].

Tout d'abord, la comptabilité des variations proposée par B. Morard et R. Poujard [1976] ébauche une première analyse des fonctions de performance<sup>5</sup>. Simplement à partir d'une régression multiple par les moindres carrés ordinaires (MCO), on exprime le comportement de charges indirectes à partir de plusieurs variables explicatives, que l'on identifie généralement aux volumes d'opérations. Ce faisant, à l'instar du modèle [1], pour chaque période  $t$ , l'estimation des paramètres  $\alpha$  mesure la part de charges indirectes  $C_t$  à imputer à chaque output  $x_{it}$ .

---

<sup>5</sup> Signalons, par ailleurs, qu'à l'instar de la comptabilité des variations, la fin des années 1960 a consacré les méthodes de régression multiple appliquées à l'analyse des coûts [G. Benston 1966 ; J. Chiu 1966 ; E. Comiskey 1966 ; E. Cochran 1976 ; P. R. Mac Clenon 1963].

En supposant le cas général, pour lequel on accepte l'occurrence de coûts fixes non spécifiques, le problème revient à résoudre [R. Trémolières 1992] :

$$\min \sum_{t=1..T} [C_t - c_0 - \sum_{i \in I} c_i x_{it}]^2 \quad [1]$$

avec :

- T : les périodes ;
- I : le vecteur d'outputs ;
- $C_t$  : le montant global de charges indirectes identifié à chaque période t ;
- $x_{it}$  : le volume d'outputs i mesuré sur la période t ;
- $c_i$  : le paramètre de la fonction de consommation de ressources (le coût variable inconnu imputé à chaque output i) ;
- $c_0$  : le coefficient de charges fixes (si  $> 0$ ), ou le facteur de réduction (si  $< 0$ ).

Bien entendu, le choix de la spécification d'un modèle (additif ou multiplicatif) dépend pour une large part de la nature de la fonction de production. Ainsi, dès qu'il est question de mesurer des coûts dans le secteur des services, une modélisation de type multiplicatif semble la plus appropriée du fait de la non-séparabilité de la fonction productive (spécification [2]) :

$$C_t = C_0 \prod_{i=1}^{T,N} x_{it}^{c_i} \quad [2]$$

avec :

- I : l'ensemble des outputs i ;
- $C_t$  : les charges indirectes identifiées à la période t (t = 1 ... T) ;
- $x_{it}$  : la quantité d'outputs fabriqués sur la période t ;
- $c_i$  : l'élasticité du coût total  $C_t$  par rapport à chaque output  $x_{it}$  ;
- $c_0$  : le coefficient de charges fixes.

Bien que ces modélisations reflètent correctement la séquence *inputs-outputs*, leur emploi se heurte rapidement à des contraintes économétriques, principalement dues au respect des hypothèses sous-jacentes à l'usage des méthodes de régression multiple par les moindres carrés ordinaires (MCO) (multicolinéarité sur les variables explicatives, comportement des résidus). Ces limitations sont particulièrement flagrantes dès qu'il s'agit de production de services, et plus particulièrement de l'étude des coûts opératoires bancaires [G. Thenet 1996]. Aussi, le modèle ébauché par la comptabilité des variations doit être révisé (section 1.2).

### **1.2. Une proposition de modélisation des fonctions de performance : une illustration à partir d'un réseau bancaire**

Partant d'une étude approfondie des dépenses salariales générées par l'activité « Accueil Guichet » de 43 agences bancaires, nous tentons de vérifier l'impact des fonctions de performance sur le processus de consommation de ressources. Aussi, afin de dégager les différentes lois de combinaison des activités unissant les *inputs* aux *outputs*, nous affinons l'utilisation des méthodes explicatives classiques de régression (comptabilité des variations).

Pour mieux exprimer la consommation de coûts, nous faisons plus particulièrement référence aux méthodes de régression sur composantes principales. Par exemple, considérant la séquence d'opérations attachée à l'activité « Accueil Guichet », la relation input - output peut s'exprimer à partir du modèle multiplicatif ci-dessous [G. Thenet 1996] [3] :

$$\forall i, j, \frac{F_{pgui(i)}}{n} = A_0 \prod_{i,j=1}^{n,p} VolA_{(i,j)}^{b_{VolA(j)}} \quad [3]$$

avec :

- $F_{pgui(j)}$  : les dépenses directes de personnel engagées par une agence (i) et n : la période de référence estimée en jours de production ;

–  $VolA_{(i,j)}$  : le volume moyen journalier<sup>6</sup> de l'activité (j) mesuré sur chaque agence (i). Seize activités, constitutives de l'activité générique « Accueil guichet » ont été recensées. Les concernant, le département Organisation de la banque distingue la première ligne guichet en contact direct avec la clientèle (les retraits et les versements < 10 kF, les retraits et les versements > 10 kF, la gestion de la caisse francs et devises, les opérations de change, le « cash advance »<sup>7</sup>, la commande et la gestion des chèques, la délivrance des carte bleues) de la seconde ligne chargée de la gestion administrative des produits et des services (les virements internes, la gestion des boites de dépôts permanents, le suivi d'offres pacagée spécifiques<sup>8</sup>, les ordres de bourse, l'achat et la vente de fonds communs de placement, l'émission des bons caisse, la gestion du GAB et des coffres) ;

–  $\beta$   $VolA_{(j)}$  : l'élasticité de la variable à expliquer  $Fpgui$  pour chaque volume d'activité  $VolA_{(i,j)}$  ;

–  $A_0$  : la part des coûts fixes commune.

Écrite sous forme logarithmique, l'équation [3] devient [3 bis] :

$$\forall i, j, \ln\left(\frac{Fpgui_{(i)}}{n}\right) = \ln A_0 + \sum_{i,j=1}^{n,p} \beta_{VolA_{(j)}} \ln VolA_{(i,j)} + e_{(i)} \quad [3 \text{ bis}]$$

<sup>6</sup> Pour lisser les fortes variations saisonnières de l'activité bancaire, les volumes opérationnels ont fait l'objet d'une évaluation moyenne journalière. En désignant par  $VolA_{(i,j)}$ , le volume d'opérations généré par l'agence (i) en faveur de l'activité (j), la production journalière moyenne a été formalisée de la façon suivante :

$$\forall i, j, VolA_{(i,j)} = \frac{\sum_{t=1}^n VolA_{(i,j,t)}}{210 \text{ jours}} \quad [\text{où } t \text{ désigne les jours de production de la période de référence. Elle couvre ici les 10 premiers mois de l'année ; } n = 10 \text{ mois} \times 21 \text{ jours} = 210 \text{ jours}].$$

<sup>7</sup> Cette activité concerne les porteurs de cartes étrangères Visa disposant de la faculté de retirer des francs français au guichet des établissements adhérent au groupe des Cartes Bancaires. Il s'agit d'une possibilité de dépannage également offerte aux porteurs de cartes bancaires françaises au sigle CB.

<sup>8</sup> Cette offre se compose d'une carte bancaire et d'un système d'épargne.

avec :

- $\ln$  : le logarithme népérien ;
- $\varepsilon_{(i)}$  : le terme d'erreur des observations (i).

Afin de mieux respecter les conditions d'utilisation de la méthode des MCO, mais également pour constituer des paniers homogènes de produits et de services bancaires, le modèle explicatif **[3 bis]** a été transformé sur la base d'une régression sur composantes principales, soit **[4]** :

$$\forall i, j, \ln(Fpgui)_{(i)} = \sum_{j=1}^{n,p} \beta_{(j)} c_{(i,j)} + \varepsilon_{(i)} \quad [4]$$

où  $\beta_{(j)}$  désigne l'élasticité de la variable à expliquer  $\ln(Fpgui)$  par rapport à chaque composante principale  $c_{(j)}$ .

Trois composantes, expliquant plus de 75 % de la variance totale, ont été retenues. L'interprétation des axes nous est précisée par les coordonnées factorielles de chaque variable (voir tableau 1).

La première composante principale, corrélée positivement avec toutes les autres variables, représente le « facteur de taille ». Nous définissons ce premier axe comme la « capacité productive globale » de l'agence. La seconde composante principale distingue, quant à elle, les individus de taille semblable : on l'appelle « facteur de forme ». Ici, on perçoit une nette opposition entre les opérations de *cash-advance*, de change manuel, de caisse principale, de gestion des coffres, de traitement des bons de caisse et les autres activités.

L'axe 2 caractérise la capacité de l'agence à gérer des activités indépendantes du facteur de taille. Il correspond davantage aux activités autonomes pour lesquelles les phénomènes de coûts joints et de coûts communs sont plus difficilement observables. Ce second axe oppose donc les activités indépendantes de l'effet taille (la gestion globale de la caisse principalement) aux autres activités, et plus particulièrement aux virements.

**Tableau 1 – Contributions des variables explicatives aux composantes principales**

<b>Variabiles</b>	<b>r (Axe 1)</b>	<b>r (Axe 2)</b>	<b>r (Axe 3)</b>
<i>lnbdc</i>	<b>0,61 **</b>	<b>0,28 *</b>	<b>-0,40 **</b>
<i>lnbourse</i>	<b>0,86 **</b>	-0,23 (ns)	-0,03 (ns)
<i>lncash</i>	<b>0,52 **</b>	<b>0,50 **</b>	-0,04 (ns)
<i>lnchange</i>	<b>0,68 **</b>	<b>0,68 **</b>	0,06 (ns)
<i>lncomche</i>	<b>0,96 **</b>	-0,19 (ns)	-0,07 (ns)
<i>lndelivr</i>	<b>0,96 **</b>	-0,19 (ns)	-0,07 (ns)
<i>lndepnoc</i>	<b>0,59 **</b>	0,21 (ns)	<b>0,54 **</b>
<i>lndevi</i>	<b>0,71 **</b>	-0,18 (ns)	<b>0,45 **</b>
<i>lnduo</i>	<b>0,84 **</b>	-0,24 (ns)	-0,23 (ns)
<i>lnfabche</i>	<b>0,96 **</b>	-0,19 (ns)	-0,07 (ns)
<i>lngescof</i>	<b>0,74 **</b>	<b>0,34 *</b>	-0,14 (ns)
<i>lngesgab</i>	<b>0,48 **</b>	-0,23 (ns)	<b>0,35 *</b>
<i>lnpart</i>	<b>0,94 **</b>	-0,12 (ns)	-0,06 (ns)
<i>lnpri</i>	<b>0,70 **</b>	<b>0,61 **</b>	0,08 (ns)
<i>lnprof</i>	<b>0,78 **</b>	-0,22 (ns)	0,10 (ns)
<i>lnvint</i>	<b>0,70 **</b>	<b>-0,29 *</b>	-0,18 (ns)

Toutes ces variables (sous forme de logarithmes) correspondent aux « volumes opérationnels moyens journaliers ». La codification retenue est la suivante : *lnbdc* pour l'activité *Bons de Caisse* ; *lnbourse* pour l'activité *bourse* ; *lndevi* pour la *gestion de la caisse en devises* ; *lncash* pour le *cash advance* ; *lnchange* pour le *change manuel* ; *lncomche* pour la *commande de chèquiers* ; *lndelivr* pour la *délivrance de cartes bleues* ; *lndepnoc* pour les *dépôts nocturnes* ; *lnduo* pour la *gestion des offres pacagées* ; *lnfabche* pour la *gestion des chèquiers* ; *lngescof* pour la *gestion des coffres* ; *lngesgab* pour la *gestion du GAB* ; *lnpart* pour les *retraits et versements < 10 kF* ; *lnpri* pour la *gestion de la caisse principale* ; *lnprof* pour les *retraits et versements > 10 kF* ; *lnvint* pour les *virements internes*.

NB : *r* désigne le coefficient de corrélation linéaire calculé entre les axes principaux et chaque variable explicative.

\*\* significatif à 1 % ; \* significatif à 5 % ; (ns) non significatif à 10 %.

Concernant le troisième axe, on distingue les activités complexes, nécessitant une forte participation du client, des opérations davantage standardisées. Une dichotomie entre deux catégories de tâches administratives de la seconde ligne guichet est ainsi établie. D'une part, les activités liées aux dépôts nocturnes, à la gestion du GAB et à la caisse en devises qui ne nécessitent aucune participation du client au processus de production ; d'autre part, les opérations administratives sur bons de caisse qui demandent une forte participation au processus. L'axe 3 mesure donc la capacité à coordonner, par rapport à un interlocuteur identifié (le client), des activités lourdes et complexes. Par hypothèse, plus cette capacité est importante, plus les coûts induits (coûts de coordination notamment) seront faibles.

La relation *inputs-outputs* par rapport aux trois composantes principales s'écrit alors [5] :

$$\forall i, \ln(Fpg)_i = 1,292 + 0,27 \ln total_{1i} - 0,18 \ln total_{2i} + 0,12 \ln total_{3i} + e_i$$

$t = 221,25$	$t = 4,537$	$t = -3,058$	$t = 2,057$	
$(a = 0,0001)$	$(a = 0,0001)$	$(a = 0,0041)$	$(a = 0,046)$	<b>[5]</b>

où  $\ln total_{(i)}$  correspond au facteur principal (i) mis sous forme logarithmique.

$$R_{multiple} = 0,688$$

$$R^2 = 0,473 \text{ (significatif pour } \alpha = 1\%)$$

$$F \text{ calculé (11,39) > F théorique } \alpha = 1\% (5,18)]$$

Si l'on examine attentivement les résultats fournis par cette équation, on remarque que le premier coefficient dégage un effet taille : il précise qu'un accroissement de 10 % du volume global d'activité requiert une augmentation concomitante de dépenses de personnel de 2,68 %. Le deuxième paramètre insiste sur la possibilité de réduire les coûts si l'on parvient à optimiser les circuits d'information. Le troisième coefficient fait correspondre à un alourdissement de dépenses un manque de coordination des activités. Enfin, un volume important de frais fixes incompressibles (coefficient fixe) explique, pour une très large part, la droite de régression.

Nous avons ainsi identifié l'occurrence de fonctions de performance à travers la spécification de trois facteurs explicatifs du processus de consommation de ressources. Toutefois, pour parvenir à ce résultat, l'utilisation de la méthode de régression sur composantes principales ne permet pas directement de vérifier l'impact individuel de chaque variable explicative (les volumes d'activités) sur le montant des *inputs* engagés (les dépenses de personnel). Afin de garder la totalité des variables explicatives, et sans altérer les résultats généraux de la régression, nous allons maintenant tenter d'exprimer le processus de consommation de ressources à partir des variables d'origine. L'intérêt majeur de la méthode de régression par les moindres carrés partiels consiste à mettre en valeur les facteurs de consommation de coûts directement à partir des *inputs* et ainsi pouvoir dégager individuellement les activités principales consommatrices de ressources (section 2).

## **2. L'explication du processus de consommation de ressources à partir des variables d'origine : l'utilisation de la méthode de régression par les moindres carrés partiels**

La régression PLS vise à opérer une hiérarchie entre les différentes activités en fonction du niveau des ressources qu'elles consomment individuellement. Aussi, après en avoir expliqué le principe général et l'intérêt pour notre étude (section 2.1), nous utiliserons cette méthode pour spécifier la relation *inputs-outputs* au sein de l'activité « Accueil Guichet » de notre réseau d'agences (section 2.2).

### ***2.1. Intérêt et principe de la régression PLS***

La régression par les moindres carrés partiels spécifie les relations linéaires entre un vecteur ( $Y$ ) constitué d'une ou plusieurs variables indépendantes  $Y_{(i)}$  et un ensemble de variables explicatives  $X_{(i)}$ .

Il s'agit d'une méthode statistique largement utilisée en chimie combinatoire pour la construction de plans d'expériences [I. Franck 1993; A. Höskuldsson 1988 ; S. Wold 1993 ; J. P. Gauchi 1995]. Cette appro-

che résout des problèmes économétriques fondamentaux inhérents à l'emploi des méthodes classiques de régression par les moindres carrés ordinaires :

- le respect de la condition de multinormalité des variables explicatives n'est plus nécessaire ;
- le nombre d'observations peut être faible. Le seuil limite de 30 observations, au delà duquel le théorème central-limite s'applique, n'a plus à être respecté ;
- l'algorithme de régression PLS fonctionne même en présence d'une très forte colinéarité des variables explicatives ;
- le nombre d'observations peut être inférieur au nombre de variables explicatives ;
- contrairement à la méthode de régression sur composantes principales ou de régression pas à pas, on conserve, à l'issue des itérations, l'ensemble des variables explicatives  $X_{(i)}$ .

La méthode de régression PLS consiste en une projection simultanée de X variables explicatives et de Y variables à expliquer sur deux hyperplans ne contenant que deux dimensions t et u résumant respectivement les vecteurs X et Y ; elle se rapproche en cela de l'analyse canonique. La méthode revient à « *effectuer une analyse en composantes principales de l'ensemble des variables X sous la contrainte que les (pseudo) composantes principales des  $X_j$  soient aussi explicatives que possible de l'ensemble des variables Y* » [M. Tenenhaus et al. 1995 ; M. Tenenhaus 1995]. Il s'agit donc d'une méthode itérative que l'on peut résumer comme suit. Si l'on désigne par  $E_0$  et  $F_0$  les matrices centrées réduites respectivement liées au vecteur des variables explicatives et à celui des variables indépendantes, la méthode PLS revient à construire les régressions suivantes :

$$\begin{aligned} E_0 &= t_1 p'_1 + E_1 \\ F_0 &= t_1 r'_1 + F_1 \end{aligned} \quad [6]$$

où :

–  $t_1$  correspond à de nouvelles variables calculées comme une combinaison linéaire des  $X$ . Le vecteur  $t_1$  résume  $X$  à la fois pour apprécier  $X$  mais également pour prédire  $Y$ . Il s'écrit  $t_1 = E_0 w_1$  ( $w_1$  désigne le vecteur des poids qui combine les variables  $X$  pour former les scores  $t_1$ ). De la même façon, on peut identifier un vecteur  $u_1$  qui correspond aux nouvelles variables prédisant  $Y$ . Dans le cas particulier où  $F_0$  correspond à un scalaire (une seule variable indépendante),  $u_1$  est assimilé à  $F_0$ . Dans le cas général, on peut écrire  $u_1 = F_0 c_1$  ( $c_1$  représente le vecteur des poids combinant les variables  $Y$  pour former les scores  $u_1$  sous les contraintes  $\|c_1\| = \|w_1\| = 1$ ).

–  $p_1$  et  $r_1$  désignent respectivement le vecteur colonne des coefficients de régression de  $E_0$  et de  $F_0$  sur  $t_1$ .

La régression PLS va consister à identifier les vecteurs  $u_1$  et  $t_1$  pour maximiser l'identité :  $\text{cov}(t_1, u_1) = \sqrt{\text{var}(t_1) \text{var}(u_1)} \cdot \text{cor}(t_1, u_1)$ . La construction d'une droite de régression PLS peut alors se comprendre comme la succession de cinq différentes étapes.

**Étape 1 :** on recherche le vecteur  $w_1$  en maximisant simultanément la variance expliquée par  $t_1$ , la variance expliquée par  $u_1$ , ainsi que la corrélation entre  $u_1$  et  $t_1$ , c'est-à-dire en maximisant le produit scalaire  $\langle t_1, u_1 \rangle = \mathbf{q}_1 = t_1' u_1 = w_1' E_0' F_0 c_1$ .

M. Tenenhaus montre que  $w_1$  est un vecteur propre normé de la matrice  $E_0' F_0 F_0' E_0$  associée à la plus grande valeur propre  $\mathbf{q}_1^2$  et peut s'écrire  $E_0' F_0 F_0' E_0 w_1 = \mathbf{q}_1^2 w_1$ . Pour obtenir  $w_1$ , on diagonalise donc la matrice  $E_0' F_0 F_0' E_0$  ayant les plus petites dimensions.

**Étape 2 :** on calcule la composante  $t_1$  comme il a été précisé plus haut à partir de la relation  $t_1 = E_0 w_1$ .

**Étape 3 :** on recherche le vecteur  $c_1$  avec en maximisant toujours le produit scalaire  $\langle t_1, u_1 \rangle = \mathbf{q}_1 = t_1' u_1 = w_1' E_0' F_0 c_1$ . Comme à l'étape

1, M. Tenenhaus montre que  $c_1$  est un vecteur propre normé de la matrice  $F'_0 E_0 E'_0 F_0$  associée à la plus grande valeur propre  $q_1^2$  et peut s'écrire  $E'_0 F_0 F'_0 E_0 w_1 = q_1^2 w_1$ .

Pour obtenir  $c_1$ , on utilise une relation avec  $w_1$ , par exemple  $c_1 = \frac{1}{q_1} F'_0 E_0 w_1$  [M. Tenenhaus 1995].

**Étape 4** : on calcule la composante  $u_1$  à partir de l'identité  $u_1 = F_0 c_1$ .

**Étape 5** : on va ainsi pouvoir formuler les régressions de  $E_0$  et  $F_0$  sur  $t_1$  de la façon suivante (cf. équation [6]) :

$$\begin{aligned} E_0 &= t_1 p'_1 + E_1 \\ F_0 &= t_1 r'_1 + F_1 \end{aligned} \quad [6]$$

À partir de l'équation [6], en remplaçant  $t_1$  par  $E_0 w_1$  dans le second membre, on exprime, à l'issue de la première itération, l'équation de régression PLS à une composante ( $t_1, u_1$ ). De facto, on combine les matrices initiales  $E_0$  et  $F_0$  ; soit  $F_0 = E_0 w_1 r'_1 + F_1$ .

**Étape 6** : on repart à l'étape 1 en remplaçant les tableaux initiaux  $E_0$  et  $F_0$  par  $E_1$  et  $F_1$  qui constituent respectivement les matrices des résidus de la composition de  $E_0$  et  $F_0$  en utilisant la première composante  $t_1$ .

**Étape 7** : on arrête l'itération dès lors que les composantes  $t_1, t_2, \dots, t_A$  expliquent suffisamment la matrice initiale des variables dépendantes  $F_0$ .

On mesure ainsi la portée et l'intérêt de la démarche qui vient d'être présentée : « *la régression PLS permet de rapprocher le statisticien du chercheur dans les problèmes de modélisation. En général, ce dernier souhaite en effet conserver dans son modèle toutes les variables importantes tout en obtenant des équations de régression cohérentes... La régression PLS apparaît comme un compromis en-*

tre l'analyse canonique des groupes de variables  $X$  et  $Y$  et des analyses en composantes principales de chacun de ces groupes de variables » [J. P. Gauchi 1995].

Ces éléments théoriques exposés, la régression PLS est utilisée pour expliquer, dans le cadre du secteur bancaire, quelles activités conditionnent le processus de consommation de ressources (section 2.2).

## **2.2. Un essai d'expérimentation : l'analyse des coûts opératoires d'agences**

Plutôt que d'analyser la relation *inputs-outputs* à partir de paniers homogènes de produits et de services bancaires (notamment en recourant à la méthode régression sur composantes principales ; voir infra), nous allons essayer d'isoler, une à une, les variables d'opérations expliquant le mieux les dépenses de personnel engagées.

Après une présentation de la méthodologie et des données utilisées, nous discuterons les résultats obtenus.

### **2.2.1. Le domaine d'expérimentation et la présentation de la méthodologie**

Le champ d'application couvert par l'expérimentation concerne le processus de consommation de ressources au sein du domaine d'activité « Accueil Guichet ». Aussi, ont été exclus de l'analyse, les secteurs liés aux moyens de paiement (qui réunissent six principaux volets)<sup>9</sup> et l'activité administrative de secrétariat chargé des engagements. Pour exprimer la droite de régression PLS, il nous faut, au préalable expliciter chacune des variables d'*outputs* (le vecteur  $X$  des variables explicatives) et d'*inputs* (le vecteur  $Y$  des variables à expliquer).

---

<sup>9</sup> Les opérations couvertes par le domaine « Moyens de paiement » concernent la gestion du portefeuille commercial et financier, les virements, les incidents sur comptes (impayés, chèques sans provisions, rejets, oppositions), la gestion de la carte bancaire (suivi des réclamations, traitement des cartes porteurs), le secteur Étranger (auquel sont rattachés les transferts, les remises de chèques et les effets clientèle) ainsi que la compensation départementale des chèques.

Concernant les variables d'*outputs*, la démarche retenue diffère légèrement de celle présentée plus haut (cf. section 1.2).

Notre but n'est pas ici de dégager des paniers homogènes de produits ou de services (en réduisant les volumes opérationnels par l'intermédiaire d'une analyse en composantes principales), mais d'expliquer les moyens disponibles (*inputs*) pour chaque output considéré séparément. Pour cela, nous justifions l'hypothèse implicite selon laquelle les charges bancaires imputées sont intrinsèquement mais indirectement une fonction des temps de traitement via les volumes opérationnels. Logiquement, l'évaluation des *outputs* procède de la pondération de la production réelle par les temps standards d'opérations ; elle correspond donc à la notion de production standard moyenne journalière. Sur un plan pratique, soulignons que ce critère de mesure est la norme généralement comprise et employée pour procéder à un calcul de productivité ou de coût unitaire [F. Rowe 1994].

Les *outputs* ont été scindés en deux familles distinctes : les activités mesurables à l'aide de volumes d'activité et les activités quantifiées à l'aide d'un forfait d'opération. Leur mesure respective s'effectuera de la façon suivante :

- s'agissant des activités volumiques :

$$\forall i, \forall j, Output_{(i,j)} = Pstd_{(i,j)} = VolA_{(i,j)} \times T_{stand(j)} \quad [7]$$

avec :

- $Pstd_{(i,j)}$  : la production standard moyenne journalière de l'activité (j) pour l'agence (i) ;
- $VolA_{(i,j)}$  : la production journalière moyenne<sup>10</sup> de l'activité (j) pour l'agence (i) ;
- $T_{stand(j)}$  : le temps standard de l'activité (j). Il a été déterminé par le département « Organisation » de la banque ;

---

<sup>10</sup> Il s'agit des variables d'origine utilisées à la section 1.2 ayant fait l'objet d'une réduction par ACP. Cependant, pour mesurer les *outputs*, ces variables n'ont pas été transformées sous une forme logarithmique.

- s'agissant des forfaits d'opérations :

$$\forall i, \forall j, Output_{(i,j)} = Pstd_{(i,j)} = Forfait_{(i,j)} \times 468 \text{ [8]}$$

où  $Forfait_{(i,j)}$  désigne le nombre d'agents requis pour l'activité  $j$ , quelle que soit l'agence  $i$ . Élaboré également par le service « Organisation », ce forfait est multiplié par la durée d'une journée normale de travail (7 heures 48 minutes, soit 468 mn) pour obtenir la production standard moyenne journalière  $Pstd_{(i,j)}$ . À titre d'illustration, si la gestion du guichet automatique de billets nécessite journalièrement 0,1 personne, la production standard correspondante (assimilable ici à un temps standard de traitement) s'élève environ à 47 minutes<sup>11</sup>. Au total, nous disposons donc de 688 variables d'*outputs*<sup>12</sup>.

Quant aux variables d'*inputs*, elles ont été assimilées, pour chaque agence, à l'ensemble des ressources consommées par l'activité « Accueil Guichet ». Théoriquement, elles comprennent l'ensemble des charges (directes et indirectes) liées à la production administrative des agences. D'un point de vue comptable, elles se décomposent en huit catégories de frais généraux : les frais de personnel qui représentent la plus grosse masse (69 %), les impôts et taxes diverses, les loyers, les charges d'assurance, la publicité, les dépenses informatiques (propres à chaque agence), certaines facturations internes du siège<sup>13</sup>, et les dépenses à surveiller<sup>14</sup> qui participent directement à la génération des volumes d'activités (elles se subdivisent elles-mêmes en 36 sections budgétaires).

Sur ces huit catégories, nous n'avons pu isoler au niveau de l'activité « Accueil Guichet » que les dépenses de personnel. En effet, les autres

<sup>11</sup> 47 mn = 7 h 48 mn × 0,1.

<sup>12</sup> 688 = 43 agences × 16 activités.

<sup>13</sup> Au titre, par exemple, de la gestion des moyens de paiement.

<sup>14</sup> Il s'agit principalement des frais de consultation des bases clients, du transport de fonds, de la sous-traitance des moyens de paiement, des frais liés aux chéquiers ainsi qu'aux lettres chèques clients, des fournitures de bureau et imprimés, de l'économat, de la conservation des hypothèques, des frais postaux, des services de transport, des charges liées à l'utilisation des réseaux Telex-Swift-Reuter ainsi qu'aux télétransmissions-clients.

frais généraux (notamment le magma composé des dépenses informatiques et des dépenses à surveiller) concernent non seulement l'activité « Accueil Guichet », mais également les deux autres secteurs d'activité. *A fortiori*, devant l'incapacité d'établir une correspondance claire entre certaines catégories de charges et le niveau de la production bancaire globale, plusieurs rubriques constitutives des dépenses à surveiller ont également été écartées. Elles concernent les dépenses d'électricité et de chauffage ainsi que l'entretien des immeubles et du matériel de sécurité. De la même façon, le caractère exclusivement commercial de certaines charges nous a poussés à ne pas les intégrer au sein des variables d'input. Ces frais regroupent les frais de réunions et de réceptions, les indemnités de transport, les frais de séjours et de repas ainsi que la réparation des véhicules de société.

Au total, le vecteur Y des variables à expliquer se définit comme le scalaire correspondant aux dépenses directes de personnel identifiées au niveau du domaine « Accueil Guichet ».

### 2.2.2. *Les résultats de la régression PLS sur l'activité « Accueil Guichet »*

Nous avons voulu vérifier si la préservation de l'ensemble des variables explicatives nous permettait de spécifier correctement les facteurs explicatifs des coûts opératoires agences. Nous avons donc testé le modèle suivant [9] :

$$FPGUI = f(PSTD) + E \quad [9]$$

FPGUI constitue la matrice de la variable à expliquer  $Fpgui_{(i)}$  correspondant aux dépenses directes de personnel générées au niveau de l'activité « Accueil Guichet ». S'agissant d'un scalaire (nous sommes en présence d'une variable dépendante unique), « *on réalise un compromis entre la régression multiple de Y sur  $X_1, \dots, X_m$  et l'analyse en composantes principales des  $X_1, \dots, X_m$*  » [M. Tenenhaus et al. 1995] ;

– PSTD désigne la matrice des variables explicatives  $Pstd_{(i,j)}$  constitutives des productions standards moyennes journalières (j) pour chaque agence (i) ;

– E représente la matrice des résidus  $\varepsilon_i$  de la régression PLS.

Le logiciel Simca<sup>15</sup> fournit, à l'issue de trois itérations successives, les résultats suivants (voir tableau 2) :

**Tableau 2** – *Coefficients de la régression PLS*  
(valeurs standardisées)

Variables $Pstd_{(i,j)}$ et Constante	Variable à expliquer $Y_i$ ( $Fpgui_{(j)}$ )	Variables $Pstd_{(i,j)}$	Variable à ex- pliquer $Y_i$ ( $Fpgui_{(i)}$ )
<i>Constante</i>	1,099		
<i>part</i>	0,135	<i>fabchq</i>	0,153
<i>prof</i>	-0,007	<i>depnoc</i>	0,117
<i>pri</i>	-0,030	<i>duo</i>	-0,043
<i>change</i>	0,118	<i>bourse</i>	0,183
<i>cash</i>	0,034	<i>bdc</i>	-0,070
<i>vint</i>	0,110	<i>caisdevi</i>	-0,147
<i>comchq</i>	0,151	<i>gestgab</i>	0,175
<i>deliv</i>	0,154	<i>gescof</i>	-0,039

Il s'agit des variables d'origines liées à la « production standard journalière ». La codification retenue a été la suivante : *bdc* pour les *bons de caisse* ; *bourse* pour l'activité *bourse* ; *caisdev* pour la *gestion de la caisse en devises* ; *cash* pour le *cash advance* ; *change* pour le *change manuel* ; *comchq* pour la *commande de chèquiers* ; *deliv* pour la *délivrance de cartes bleues* ; *depnoc* pour les *dépôts nocturnes* ; *duo* pour la *gestion des contrats duo* ; *fabchq* pour la *gestion des chèquiers* ; *gescof* pour la *gestion des coffres* ; *gestgab* pour la *gestion du GAB* ; *part* pour les *retraits et versements < 10 kF* ; *pri* pour la *gestion de la caisse principale* ; *prof* pour les *retraits et versements > 10 kF* ; *vint* pour les *virements internes*.

<sup>15</sup> Pour notre part, nous avons utilisé la version complète de démonstration disponible sur le réseau Internet : <http://www.umetri.se>.

Ces coefficients correspondent à la droite de régression PLS obtenue à l'issue de la troisième itération (vecteur  $t_3$ ). Afin d'évaluer la qualité de la première composante, nous avons calculé la part de variance de Y et de X expliquée par  $t_1$  ; elle s'élève respectivement à 82 % et 63,5 %. Devant ces premières conclusions, et pour affiner nos interprétations, nous avons réalisé les extractions des composantes  $t_A$  correspondant aux trois premiers axes ( $t_1$  ;  $t_2$  ;  $t_3$ ).

Les résultats nous montrent que, si l'on considère la seconde composante, les variances additionnelles respectives de Y et de X expliquées par  $t_2$  sont estimées à 4,6 % et 8,2 %. S'agissant de la composante  $t_3$ , les variances correspondantes sont respectivement évaluées à 2% et 9,2 %. Afin d'interpréter les coefficients de régression PLS, ainsi que la signification des différents axes  $t_A$ , nous avons estimé les corrélations bivariées entre les variables explicatives et chacune des composantes (voir tableau 3).

**Tableau 3 –** *Corrélation entre les variables et les composantes PLS (valeurs d'origine)*

Variables Explicatives Pstd <sub>(i,j)</sub>	r(t <sub>1</sub> ,Pstd <sub>(i,j)</sub> )	r(t <sub>2</sub> ,Pstd <sub>(i,j)</sub> )	r(t <sub>3</sub> ,Pstd <sub>(i,j)</sub> )
<i>Persogui</i>	<b>0,905</b> **	0,223	0,130
<i>part</i>	<b>0,928</b> **	0,165	-0,071
<i>prof</i>	<b>0,651</b> **	-0,233	0,011
<i>pri</i>	<b>0,791</b> **	-0,251	0,019
<i>change</i>	<b>0,470</b> **	-0,284	<b>0,578</b> *
<i>cash</i>	<b>0,207</b> *	<b>-0,306</b> *	<b>0,646</b> *
<i>vint</i>	<b>0,930</b> **	0,191	-0,130
<i>comchq</i>	<b>0,948</b> **	0,201	-0,150
<i>deliv</i>	<b>0,947</b> **	0,199	-0,148
<i>fabchq</i>	<b>0,948</b> **	0,201	-0,152
<i>depnoc</i>	<b>0,221</b> *	<b>-0,462</b> **	<b>0,556</b> **
<i>duo</i>	<b>0,834</b> **	0,003	-0,207
<i>bourse</i>	<b>0,903</b> **	<b>0,308</b> *	-0,157
<i>bdc</i>	<b>0,282</b> *	-0,048	<b>-0,412</b> **
<i>caisdevi</i>	<b>0,448</b> **	<b>-0,658</b> **	-0,078
<i>gestgab</i>	<b>0,702</b> **	0,081	<b>0,312</b> *
<i>gescof</i>	<b>0,809</b> **	-0,191	-0,003

NB :  $r(t_A, Pstd_{(i,j)})$  désigne le coefficient de corrélation linéaire calculé entre la composante  $t_A$  et chaque variable explicative Pstd<sub>(i,j)</sub>.

\*\* significatif à 1 % ; \* significatif à 5 % ; (ns) non significatif à 10 %.

Chaque variable explicative étant très significativement corrélée avec la première composante PLS (axe  $t_1$ ), on retrouve le facteur de taille dégagé à l'occasion de la régression sur composantes principales. La composante  $t_2$  nous permet, quant à elle, de spécifier les activités indépendantes du facteur de taille, notamment les activités liées à la gestion de la caisse auxquelles s'adjoint l'activité dépôts nocturnes. De façon identique, la composante  $t_3$  est cohérente avec les résultats fournis par la régression sur composantes principales : en effet, on retrouve l'opposition entre les activités complexes (bons de caisse) et les opérations standardisées (dépôts nocturnes, gestion du GAB).

L'interprétation des coefficients de régression PLS s'effectue à partir du tableau 2. Comme on peut le remarquer, la droite de régression PLS identifie 4 activités à l'origine d'économies de coûts : les opérations liées à la gestion de la caisse (et plus particulièrement la gestion de la caisse en devises), la gestion des coffres, les bons de caisse ainsi que l'activité « duo ». On retrouve alors les conclusions dégagées à l'occasion de la régression sur composantes principales. Par exemple, à partir de l'instant où la banque optimise la gestion de la caisse, elle réalise des économies de coûts (coefficient négatif pour la gestion de la « caisse en devises »). De la même façon, sa capacité à gérer des activités lourdes et complexes est également à l'origine d'économies (coefficient négatif concernant les bons de caisse). Par contre, une mauvaise coordination des activités standardisées (notamment les dépôts nocturnes et la gestion du GAB) suppose un accroissement de la consommation de ressources. À ce titre, on précise d'ailleurs l'influence et le caractère ambivalent de l'activité «caisse devises » sur le niveau des coûts d'opérations : elle est susceptible de générer des économies dans la mesure où la banque s'avère capable de bien coordonner le processus de production administratif. S'agissant des autres activités, le signe des coefficients (+) indique que la production standard journalière est positivement corrélée avec les dépenses de personnel engagées en contrepartie (on retrouve, à ce titre, l'influence du « facteur de taille »). Enfin, la prépondérance du coefficient constant corrobore l'importance de coûts joints pour lesquels il demeure toujours difficile de procéder à une imputation.

## Conclusion

La méthode de régression PLS représente une approche plus immédiate puisque l'analyse du processus de consommation de ressources est explicitement réalisée à partir des variables d'origine contrairement à la méthode de régression sur composantes principales qui présuppose une interprétation des axes factoriels sur lesquels sera effectuée la régression. Par contre, l'examen de la significativité des coefficients de régression est rendu plus difficile ; seule la méthode dite du « *Jackknife* » permet, sous certaines conditions, une telle analyse. En préservant toutes les variables explicatives, la méthode de régression PLS constitue donc plus qu'une méthode alternative, un réel complément à la méthode de régression sur composantes principales. Toutes deux mettent en évidence l'existence de paniers homogènes de produits et de services. Plus fondamentalement, la régression PLS favorise la mise en exergue d'un *continuum* le long duquel les activités consomment plus ou moins de ressources, insistant par la même sur les oppositions en termes de consommation. La régression PLS nous aide à dégager les éléments de l'organisation sur lesquels la banque doit agir pour minimiser ses coûts (par exemple, la gestion globale des activités liées à la caisse implique une optimisation des activités correspondantes en termes de ressources consommées).

Enfin, à travers l'interprétation des coefficients de régression, la méthode permet de déceler les phénomènes de péréquation (principe de subventionnement des activités fortement consommatrices de ressources en faveur des autres), ainsi que les activités à l'origine d'économies de coûts.

## Bibliographie

Baillargeon G. [1985], *Méthodes statistiques. Méthodes d'analyse de régression linéaire simple et régression multiple avec application dans différents domaines de l'entreprise*, Trois Rivières, Éditions SMG.

- Balachandran B.V., Ramakrishnan R.T. [1981], « Joint Cost Allocation : a Unified Approach », *The Accounting Review*, January, p. 85-96.
- Benston G.J. [1966], « Multiple Regression Analysis of Cost Behavior », *The Accounting Review*, October, p. 657-672.
- Bouquin H. [1997], *Comptabilité de gestion*, Paris, Sirey, 2e éd.
- Boussofiane A., Dyson R. G., Thanassoulis E. [1991], « Applied Data Envelopment Analysis », *European Journal of Operational Research*, Vol. 52, p. 1-15.
- Charnes A., Cooper W. W. [1993], *Data Envelopment Analysis : Theory, Methodology, and Applications*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Chiavelli A. [1992], « Coûts et comptabilité ; des méthodes de calcul aux modèles implicites », *Cahier de Recherche du Rodige*, n° 93/04.
- Chiu J.S., De Coster D.T. [1966], « Multiple Product Costing by Multiple Correlation Analysis », *The Accounting Review*, October, p. 673-680.
- Cochran E. [1976], « Using Regression Techniques in Cost Analysis », *International Journal of Production Research*, Vol. 14, p. 465-487.
- Comiskey E. [1966], « Cost Control by Regression Analysis », *The Accounting Review*, April, p. 235-238.
- De Coussergues S. [1994], *La banque ; structures ; marchés ; gestion*, Paris, Dalloz.
- Escaffre J. P., Gervais M., Thenet G. [1994], « Le contrôle de gestion à l'hôpital public demande-t-il nécessairement un calcul de coûts par produit ? », *Revue Hospitalière de France*, juillet-août, p. 312-321.
- Franck I. E., Friedman J. H. [1993], « A Statistical View of Some Chemometrics Regression Tools », *Technometric*, Vol. 35, N° 2, May, p. 109-135.
- Gangolly J. S. [1981], « On Joint Cost Allocation : Independent Cost Proportional Scheme (ICPS) and its Properties », *Journal of Accounting Research*, Vol. 19, N° 2, Autumn, p. 299-312.
- Gauchi J. P. [1995], « Utilisation de la régression PLS pour l'analyse des plans d'expériences en chimie de formulation », *Revue de Statistiques Appliquées*, Vol. 43, N° 1, p. 65-89.

- Gervais M. [1997], *Contrôle de gestion*, Paris, Économica, 6e éd.
- Höskuldsson A. [1988], « PLS Regression Methods », *Chemometrics*, Vol. 2, p. 211-228.
- Jensen R. E. [1967], « A Multiple Regression Model for Cost Control ; Assumptions and Limitations », *The Accounting Review*, April, p. 265-273.
- Louderback J. G. [1976], « Another Approach to Allocating Joint Costs : a Comment », *The Accounting Review*, July, p. 683-687.
- Mac Clenon P. R. [1963], « Cost Finding Through Multiple Correlation Analysis », *The Accounting Review*, July, p. 540-547.
- Morard B., Poujaud R. [1976], *La comptabilité des variations : insertion d'une nouvelle méthode dans la comptabilité analytique et le contrôle de gestion*, Thèse Université d'Aix-Marseille.
- Morard B., Poujaud R., Trémolières R. [1976], « Une première application en mécanique automobile de la comptabilité des variations à la ventilation des charges de main d'œuvre », *Travail et Méthodes*, N° 325, mai, p. 17-24.
- Moriarty S. [1975], « Another Approach to Allocating Joint Costs », *The Accounting Review*, October, p. 791-795.
- Page D., Trémolières R. [1984], « The General Cost Estimation Method and the Problem of Technical Coefficients », *Working Paper 290*, IAE Aix-en-Provence.
- Riveline C. [1976], « L'évaluation des coûts », *Annales des Mines*, septembre.
- Rowe F. [1991], *Changements techniques, innovations organisationnelle et productivité : l'expérience de la téléinformatique bancaire*, Thèse Université Paris 10.
- Rowe F. [1992], « Productivité de la téléinformatique: effets probables et mesures possibles », *Colloque Information et Management : nouveaux paradigmes, nouvelles approches*, Association Information et Management, Groupe HEC, mai, 19 pages.
- Saporta G. [1990], *Probabilités, analyse de données et statistique*, Paris, Technip.

Shubik M., [1962], « Incentives, Decentralized Control, the Assignment of Joint Costs and Internal Pricing », *Management Science*, April, p. 325-343.

Simca [1995], *Soft Independent Modeling of Class Analogy*, Version 4.3R, Umetri AB Box 1456, S-901 24 Umea, Sweden.

Tenenhaus M., Gauchi J. P., Ménardo C. [1995], « Régression PLS et Applications », *Revue de Statistiques Appliquée*, Vol. 43, N° 1, p. 7-63.

Tenenhaus M. [1995], « Nouvelles méthodes de régression PLS », *Cahier de Recherche HEC*, CR 540.

Tenenhaus M., [1995], « A Partial Least Squares Approach to Multiple Regression, Redundancy Analysis and Canonical Analysis », *Working Paper HEC*, CR 550.

Thenet G. [1995], *Le problème de l'optimalité des coûts opératoires standards en milieu bancaire, vers une prise en compte contingente et transversale de la performance productive*, Thèse Université de Rennes 1, novembre.

Thenet G. [1996], « Le problème de l'imputation des charges indirectes de fonctionnement dans le secteur bancaire », in M. Gervais (Éd.), *Recherches en contrôle de gestion*, Paris, Économica.

Trémolières R. [1992], « Comptabilité des variations : inducteurs de coûts et valorisation d'activités », *Économies et Sociétés*, Série Sciences de Gestion, juillet, p. 93-127.

Wold S. [1993], « PLS in Chemical Practice », *Technometric*, Vol. 35, N° 2, May, p. 136-139.

Young P. H. [1985], « Methods and Principles of Cost Allocation », in H. Peyton Young (Ed.), *Cost Allocation : Methods, Principles, Applications*, North-Holland, Elsevier Science Publishers B.V.