

Estimation d'un modèle à paramètres variables par la méthode d'entropie croisée généralisée et application à la répartition des coûts de production en agriculture.

Ludo PEETERS¹ et Yves SURRY²

¹ Faculté d'Economie Appliquée, Université du Limbourg, Diepenbeek, Belgique

² Department of Economics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suède

En économie de la production ou dans l'établissement des tableaux entrées-sorties (E/S), on a souvent besoin de désagréger les secteurs multi-produits par catégories de produits (agriculture par exemple) ou de ventiler des données agrégées entre plusieurs secteurs ou régions. Un tel problème revient à estimer des coefficients techniques (dénommés aussi coefficients input/output ou entrées/sorties (E/S)) à partir de données agrégées. L'information nécessaire pour entreprendre une telle tâche n'est pas souvent disponible et dans bien des cas, il faut faire appel à des procédures hybrides pour générer les données recherchées. Cette communication a deux objectifs. D'une part, nous présentons une procédure utilisant la notion d'entropie croisée généralisée (EGC) pour obtenir les coefficients techniques à partir de données comptables d'entreprises. D'autre part, nous appliquons cette procédure à un échantillon d'exploitations agricoles bretonnes. La procédure proposée comporte un élément novateur : elle permet d'estimer des coefficients E/S *spécifiques* à chaque firme. Pour arriver à un tel résultat; nous sommes amenés à estimer un modèle à paramètres variables utilisant une procédure d'estimation fondée sur la notion d'EGC.

Méthode

Pour obtenir les coefficients E/S recherchés, nous supposons tout d'abord un ensemble de firmes disposant d'une même technologie à produits multiples auquel on lui associe un système d'équations représentant la demande dérivée d'intrants et où chaque intrant est traité comme une variable dépendante et les biens produits étant les variables explicatives.

Soient N intrants utilisés par T firmes produisant K biens, le système d'équations de demande d'intrants s'écrit formellement comme suit:

$$x_{it} = \sum_{k=1}^K b_{ikt} y_k^t + u_{it} \quad (1)$$

où x_i^t représente les dépenses par la firme t de l'intrant i dans la production des biens k ; y_k^t est la valeur totale du bien k produit par la firme t ; b_{ikt} est un coefficient technique (E/S)¹, spécifique à chaque firme; et u_i^t est un terme résiduel stochastique spécifique à chaque firme avec une espérance nulle. On suppose que le résidu u_i^t est distribué de manière identique mais indépendante entre firmes. Les coefficients b_{ikt} doivent être positifs ou nuls pour tout niveau de production positif du bien k . Le fait d'avoir des coefficients b_{ikt} variables se justifie principalement par l'existence d'une hétérogénéité parmi les firmes.

Lorsqu'on veut estimer les coefficients du modèle représenté par l'expression (1), plusieurs problèmes d'ordre méthodologique surviennent. Tout d'abord, nous devons surmonter une question d'identification comme le nombre de coefficients à estimer (NKT) étant supérieur au nombre d'observations (NT). Une deuxième difficulté se produit également dans l'estimation du

¹ b_{ikt} s'interprète bien sûr comme la dépense non-observable, engagée par la firme t et relative à l'intrant i , qui est nécessaire pour produire une unité monétaire du bien k .

modèle (1) car ventiler la dépense totale d'un intrant entre plusieurs produits nécessite d'imposer des contraintes (d'égalité et d'inégalité) sur les coefficients \mathbf{b}_{ikt} . Comme toutes les variables sont mesurées en unités monétaires, l'identité comptable équilibrant recettes et dépenses totales doit être satisfaite pour chaque firme. Cette dernière condition a les conséquences suivantes :

- 1) $\sum_i x_{it} = \sum_i \sum_k \mathbf{b}_{ikt} y_{kt} = \sum_k (\sum_i \mathbf{b}_{ikt}) y_{kt} = \sum_k y_{kt}$ et par conséquent $\sum_i u_{it} = 0$.
- 2) la somme des coefficients E/S associés à la production d'un bien k et pour chaque firme t doit être égale à l'unité. Par conséquent, $\sum_i \mathbf{b}_{ikt} = 1 \forall k, t$.
- 3) les équations linéaires expliquant les dépenses de chaque intrant sont interdépendantes et une "approche-système" doit être utilisée pour estimer le modèle (1)

Dans l'expression (1), les coefficients \mathbf{b}_{ikt} sont constitués de deux éléments – un élément fixe commun à toutes les firmes et un élément variable et aléatoire propre à chaque firme, sont déterminés par la formule suivante

$$\mathbf{b}_{ikt} = \bar{\mathbf{b}}_{ik} + \mathbf{u}_{ikt} \quad (2)$$

Une substitution des coefficients \mathbf{b}_{ikt} par l'équation (2) dans l'expression (1) conduit à définir un nouveau modèle à paramètres variables et aléatoires, défini comme suit :

$$x_{it} = \sum_{k=1}^K (\bar{\mathbf{b}}_{ik} + \mathbf{u}_{ikt}) y_{kt} + u_{it} = \sum_{k=1}^K \bar{\mathbf{b}}_{ik} y_{kt} + \sum_{k=1}^K \mathbf{u}_{ikt} y_{kt} + u_{it} = \sum_{k=1}^K \bar{\mathbf{b}}_{ik} y_{kt} + \mathbf{e}_{it} \quad (3)$$

où $\mathbf{e}_{it} = \sum_k \mathbf{u}_{ikt} y_{kt} + u_{it}$ est un résidu aléatoire "composite" qui est hétéroscédastique. Il est également implicite que toutes les conditions et/ou contraintes s'appliquant aux coefficients E/S ou résultant de l'équilibre comptable entre recettes et dépenses sont également présentes dans le nouveau modèle à paramètres variables.

Les méthodes d'estimation conventionnelles employées pour estimer un modèle à paramètres aléatoires sont inopérantes dans le cas de l'estimation du modèle (3), car elles ne peuvent pas prendre en compte, d'une part les contraintes ou conditions imposées aux paramètres \mathbf{b}_{ikt} et d'autre part, la nécessité d'estimer ce dernier modèle en utilisant une approche "système". Pour ces raisons, nous avons fait appel à la méthode d'estimation reposant sur le critère d'entropie croisée généralisée qui permet d'estimer simultanément l'ensemble des fonctions de demande d'intrants représentées par le modèle (3) et d'imposer les différentes conditions s'appliquant aux paramètres \mathbf{b}_{ikt} .

La procédure d'estimation EGC consiste à estimer les paramètres $\bar{\mathbf{b}}_{ik}$ et résidus (\mathbf{u}_{ikt} et u_{it}) en supposant qu'ils sont des combinaisons linéaires d'un ensemble de valeurs discrètes connues a priori auxquelles sont associées des probabilités (poids) inconnus. La mise en œuvre de cette procédure d'estimation revient à résoudre un problème de minimisation d'une fonction objectif sous un certain nombre de contraintes liées au modèle (3). La fonction d'objectif en question est hautement non linéaire et correspond à un critère EGC contenant les probabilités inconnues.

Application

La méthode MECCG est appliquée à un échantillon de 38 exploitations agricoles bretonnes de grande dimension à orientation laitière et viande bovine². Les données utilisées concernent six intrants y compris la valeur ajoutée et quatre produits agricoles comprenant les produits végétaux, lait, viande de bœuf et porc. La valeur ajoutée que nous considérons comme le sixième intrant est

² Les observations comptables relatives à ces exploitations agricoles proviennent du réseau RICA.

déduit par différence. Les dépenses d'intrants et la valeur des produits exprimés correspondent à des moyennes des deux années comptables 2000 et 2001.

L'estimation du modèle (2) aux données bretonnes à l'aide de la méthode EGC permet d'obtenir des valeurs estimées moyennes des coefficients E/S qui sont toutes conformes à nos attentes. Toutefois une analyse des distributions empiriques des coefficients E/S montre qu'ils sont loin de suivre des fonctions de densité régulière. Des tests de validité du modèle à paramètres variables ont été également menés. En général, Ils tendent à montrer que la performance de ce dernier modèle est satisfaisante quant à sa capacité à expliquer des phénomènes techniques et économiques liés aux activités animales des exploitations agricoles bretonnes. Par contre, les prédictions obtenues sont assez "mitigées" et dans bien des cas, marginalement supérieures à celles dérivées d'un modèle à paramètres fixes.