



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Changements technologiques et demandes de facteurs de production. Une analyse de la modification des combinaisons productives de l'agriculture française

Jean-Philippe Boussemart

Abstract

Econometric modeling of a dual translog cost function shows that the prices of intermediates inputs and household earnings have dominant effects on farmers' technical choices. Productivity gains are supposed to be due essentially to technical progress incorporated in the intermediates inputs necessary to vegetal productions. Finally, it is shown that output growth sharing (especially in the case of animal productions) has increased the share of the intermediates inputs more than the shares of the other inputs, beside it did not have any positive effects on the family labor income.

Résumé

La formalisation économétrique d'une fonction de coût dual translogarithmique montre que ce sont les prix des consommations intermédiaires et la rémunération du travail familial qui exercent les effets prépondérants sur les choix techniques des agriculteurs. Les gains de productivité seraient essentiellement dus au progrès technique incorporé dans les consommations intermédiaires nécessaires aux productions végétales. Il apparaît en dernier lieu que le partage des fruits de la croissance de l'offre (notamment celle des productions animales), entre les intrants, a davantage favorisé la rémunération des consommations intermédiaires et n'a pas exercé d'effets positifs sur le revenu du travail familial.

Citer ce document / Cite this document :

Boussemart Jean-Philippe. Changements technologiques et demandes de facteurs de production. Une analyse de la modification des combinaisons productives de l'agriculture française. In: Économie rurale. N°192-193, 1989. Les nouvelles technologies : quels impacts sur l'agriculture et l'agro-alimentaire ? Colloque des 21 et 22 septembre 1988, organisé par Sylvie Bonny (INRA) et Jean-Pierre Roubaud (Ministère de l'Agriculture) pp. 75-80;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1989.3997>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1989_num_192_1_3997

Fichier pdf généré le 08/05/2018

CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES ET DEMANDES DE FACTEURS DE PRODUCTION Une analyse de la modification des combinaisons productives de l'agriculture française

Jean-Philippe BOUSSEMART*

Résumé :

La formalisation économétrique d'une fonction de coût dual translogarithmique montre que ce sont les prix des consommations intermédiaires et la rémunération du travail familial qui exercent les effets prépondérants sur les choix techniques des agriculteurs. Les gains de productivité seraient essentiellement dus au progrès technique incorporé dans les consommations intermédiaires nécessaires aux productions végétales. Il apparaît en dernier lieu que le partage des fruits de la croissance de l'offre (notamment celle des productions animales), entre les intrants, a davantage favorisé la rémunération des consommations intermédiaires et n'a pas exercé d'effets positifs sur le revenu du travail familial.

Summary :

TECHNICAL CHANGES AND INPUTS DEMAND Changes in productive combinations : the french agriculture case

Econometric modeling of a dual translog cost function shows that the prices of intermediates inputs and household earnings have dominant effects on farmers' technical choices. Productivity gains are supposed to be due essentially to technical progress incorporated in the intermediates inputs necessary to vegetal productions. Finally, it is shown that output growth sharing (especially in the case of animal productions) has increased the share of the intermediates inputs more than the shares of the other inputs, beside it did not have any positive effects on the family labor income.

Dans ce présent travail, nous souhaitons dégager les principes d'après lesquels le progrès technique, avec d'autres éléments, modifie les combinaisons productives de l'agriculture française imposées par les adaptations aux exigences de l'expansion séculaire.

Pour répondre à cette question, une simple observation des courbes des prix et des volumes des facteurs ou des produits ne suffit pas, car l'agriculture est une activité multiproduits-multifacteurs dont les combinaisons productives dépendent simultanément de la structure de l'offre (partage productions végétales - productions animales), des prix relatifs et du progrès technique. C'est du reste ce qui rend difficile tout diagnostic sur la croissance du secteur agricole : l'économiste doit arriver à distinguer les modifications des coefficients techniques dues au seul progrès de celles qui correspondent à la substitution de facteurs induite par des variations des prix et de celles consécutives à la transformation de l'offre.

Nous proposons donc d'analyser la croissance agricole des années 1960-1985 (structure de l'offre, substitution des facteurs, gains de productivité) grâce à un modèle économétrique. La fonction de production retenue (technologie multiproduits-multifacteurs à progrès technique non neutre) est associée à une fonction de coût dual translogarithmique.

Par rapport aux modèles plus traditionnels (Cobb Douglas, C.E.S.) le principal avantage d'une forme quadratique translog réside dans la flexibilité de la fonction pour estimer les caractéristiques technologiques du secteur agricole (D.W. Jorgenson, 1986).

La construction du modèle empirique

La fonction de coût dual, complétée des équations de parts de facteurs et des flexibilités de coût, formalise explicitement les influences respectives des prix des facteurs, de la structure de l'offre et du progrès technique sur les combinaisons des facteurs de production (R.W. Shepard, 1970).

Les variables retenues dans le modèle

Nous avons retenu deux productions jointes et six intrants

- YV = production végétale,
- YA = production animale,

La formulation duale de la fonction ne retenant pas les quantités de facteurs mais uniquement leurs prix, on considère :

- WTS = taux de salaire de la main-d'œuvre agricole,
- CCM = coût d'usage du capital matériel,
- CCB = coût d'usage du capital bâtiment,
- PCIV = prix des engrais, des produits phytosanitaires, du fuel,...

- PCIA = prix des achats pour la production animale (aliments, produits vétérinaires,...),

un trend T non neutre est incorporé à la fonction de coût pour mesurer l'influence du progrès technique sur les demandes de facteurs.

La production agricole résulte non seulement de la combinaison des différents intrants que nous venons de mentionner mais aussi de la quantité de travail des agriculteurs et de leurs familles. Or, la mesure du prix de cet input se heurte à la méconnaissance du niveau exact du revenu

* Directeur adjoint CREA
Enseignant à la Faculté Libre de Sciences Economiques de Lille.

managérial par les agriculteurs eux-mêmes. Il n'y a pas, en effet, comme pour les salaires, de flux monétaire réel (sauf dans le cas d'un choix délibéré de l'exploitant qui s'affecte un salaire). Le revenu, de même que le bénéfice de n'importe quelle entreprise, ne peut apparaître qu'au terme d'une construction comptable. Par ce biais, on appréhende la rémunération du travail familial grâce au niveau de la trésorerie nette des opérations en capital (Y. Chassard, 1986). En effet, c'est dans cette trésorerie que l'agriculteur puise l'argent nécessaire pour couvrir ses dépenses de consommation et gérer son épargne privée. Ce montant des débours peut donc représenter la rémunération du travail que s'accorde la famille de l'exploitant pour subvenir à ses besoins de consommation et d'épargne privée.

Nous appelons ainsi deux nouvelles variables :

- WTF = taux de rémunération du travail familial mesuré par l'indice de trésorerie par UTA familiale
- VTF = part de la rémunération du travail familial dans les dépenses totales qui s'identifie dans notre modèle à la trésorerie nette d'opérations en capital

Le choix de cet indicateur comme rémunération du travail familial pose néanmoins quelques problèmes d'interprétation dans notre modèle translog. En effet, tous les prix des facteurs devraient être exogènes. Force est de constater que notre construction comptable ne permet pas de comparer tout à fait la variable WTF aux prix des autres inputs : elle est déduite par le solde entre recettes et dépenses, corrigé des opérations en capital et se rapproche davantage d'un coût unitaire fictif qui devrait être en vigueur, compte tenu de la quantité de travail familial employée. On peut également l'interpréter comme le niveau de trésorerie par UTA familiale appréciant les besoins de liquidités et le niveau de profitabilité de l'activité. Pour notre part, il est donc clair que l'impact de cette variable particulière sur l'ajustement des facteurs de production ne doit pas s'assimiler à un pur effet prix mais plutôt à un révélateur du rôle des liquidités et de la profitabilité dans les demandes de facteur de production. Ainsi dans la suite de l'exposé, même si pour des raisons de commodité de présentation des résultats, nous parlons de l'effet prix du travail familial, nous n'oublierons pas son caractère particulier.

Les paramètres de la croissance agricole française vue à travers le modèle

L'influence des prix relatifs des facteurs sur les combinaisons productives

Suite aux changements parfois brutaux de l'environnement économique (chocs pétroliers, prix des aliments, hausse du SMIC,...) les agriculteurs tentent d'ajuster leurs techniques de production pour réaliser des économies sur les facteurs relativement plus chers, la croissance ou le maintien de l'offre étant assuré par un surcroît de dépenses dans les autres intrants substituables ayant un prix relatif moins élevé. En effet, les changements que l'on observe en longue période, avec des substitutions plus ou moins fortes entre les facteurs, s'expliquent en partie par les évolutions différentes des prix des intrants. A l'exception des deux facteurs : bâtiment et travail salarié, les paramètres relatifs "aux élasticités part" sont tous statistiquement significatifs. Cela signifie que les valeurs des coefficients techniques sont effectivement dépendants de l'ensemble de la structure des prix relatifs et que les effets croisés entre

le coût d'un facteur et les dépenses relatives en un autre input sont loin d'être négligeables (tableau 1).

D'une manière générale, en ayant toujours la prudence de ne pas oublier le caractère particulier de la variable WTF, les estimations des « élasticités part » indiquent que ce sont le prix des consommations intermédiaires et l'indice de trésorerie qui exercent les effets croisés prépondérants sur l'évolution de la structure des combinaisons productives. Les parts des dépenses affectées au travail salarié, au travail familial, au capital matériel, aux consommations intermédiaires sont très influencées par les évolutions de l'indice de trésorerie et du coût des intrants intermédiaires. A l'inverse, la structure du coût de production serait moins influencée par les prix respectifs de la main-d'œuvre salariée et du capital bâtiment, facteurs qui ont le moins participé aux efforts de croissance de l'agriculture française.

Tableau 1. - Elasticités part

signification des coefficients f_{ij} = variation de la part des dépenses du facteur i dans le coût total causée par une variation relative du prix du facteur j , toute chose restant égale par ailleurs, notamment le progrès technique et la structure de l'offre agricole.

		f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}
1 bis	Valeurs*	1,11	1,06	0,02	2,43	-2,97	-1,65
	t Student	3,44	6,17	0,09	4,61	**	-6,07
		f_{12}	f_{22}	f_{23}	f_{24}	f_{25}	f_{26}
2 bis	Valeurs*	1,06	6,86	-0,18	-2,29	-4,86	-0,59
	t Student	6,17	22,78	-3,49	-4,82	**	-2,04
		f_{13}	f_{23}	f_{33}	f_{34}	f_{35}	f_{36}
3 bis	Valeurs*	0,02	-0,18	2,17	-0,35	-0,62	-1,02
	t Student	0,09	-3,49	76,90	-4,42	**	-33,86
		f_{14}	f_{24}	f_{34}	f_{44}	f_{45}	f_{46}
4 bis	Valeurs*	2,43	-2,29	-0,35	-7,89	-1,69	-9,37
	t Student	4,61	-4,82	-4,42	4,84	**	-13,12
		f_{15}	f_{25}	f_{35}	f_{45}	f_{55}	f_{56}
5 bis	Valeurs*	-3,00	-4,90	-0,62	1,70	2,32	4,50
	t Student	**	**	**	**	**	**
		f_{16}	f_{26}	f_{36}	f_{46}	f_{56}	f_{66}
6 bis	Valeurs*	-1,65	-0,59	-1,02	-9,37	4,50	8,13
	t Student	-6,07	-2,04	-33,87	-13,12	**	5,78

1 bis : travail salarié ; 2 bis : matériel ; 3 bis : bâtiment ; 4 bis : engrais, phyto, fuel... ; 5 bis : aliments, produits vétérinaires ; 6 bis : trav. famille

* valeurs x 100

** les f_{ij} sans t de student résultent des contraintes imposées sur les élasticités part pour respecter l'homogénéité de degré idu coût avec les prix des inputs.

L'influence de la structure de l'offre sur les combinaisons productives

Le modèle repose sur l'hypothèse d'une technologie à rendement d'échelle constant. La différence entre la valeur de la production et la rémunération des intrants donne le solde d'exploitation qui, une fois corrigé des opérations en capital, rémunère le travail familial. Le coût marginal global s'identifie au coût moyen et demeure horizontal, quel que soit le niveau de l'offre, puisque l'ensemble des

recettes d'exploitation est réparti entre les facteurs de production y compris le travail familial.

Néanmoins, grâce au calcul des biais d'échelle, le modèle permet d'étudier les interactions entre les orientations productives et la structure des combinaisons des intrants. Les biais d'échelle mesurent l'impact d'une variation relative du prix d'un facteur sur la flexibilité du coût ou de manière alternative l'effet d'une variation de l'offre sur la part du facteur dans le coût de production. Si le biais d'échelle est positif, la flexibilité du coût au niveau de la production augmente, suite à une hausse du prix de l'intrant considéré et la technologie devient économiquement parlant moins efficace. De manière équivalente, à progrès technique inchangé, si l'offre augmente, les dépenses supplémentaires affectées à cet input s'élèvent proportionnellement plus vite que le coût total et ceci au détriment de la rémunération d'autres facteurs (la fonction de production est homogène de degré 1 par rapport aux quantités de facteurs, le coût moyen ne doit pas changer) (J. Ph. Boussemart, 1988).

Ce résultat signifie que les techniques de production en vigueur s'écartent de l'optimum ; l'intensification croissante en cet intrant n'est pas compatible avec la structure des prix relatifs, et pour financer ce surcroît de dépenses des économies importantes doivent être réalisées sur les rémunérations des autres facteurs notamment sur la trésorerie nette assurant le revenu des actifs non salariés. La déformation des prix relatifs provoque des économies de structure. Dans ce cas, force est de constater qu'au lieu de s'évertuer à diminuer le coût moyen en augmentant l'offre, ce qui n'aboutira qu'à aggraver l'écart entre le coût marginal et le coût moyen, la véritable solution du problème réside dans l'amélioration des niveaux d'intensification (ratios de facteurs) pour se rapprocher des structures optimales.

Les biais d'échelle étant négatifs pour le travail salarié, le matériel, les bâtiments et surtout pour le travail familial, ils indiquent que la part des fruits de la croissance agricole revenant à ces inputs diminue lorsque les productions végétales ou animales augmentent. Ainsi, grâce aux biais d'échelle calculés par le modèle, on s'aperçoit que la croissance de l'offre (toute chose restant égale par ailleurs, notamment le progrès technique) ne profite guère au revenu des agriculteurs et à la main-d'œuvre familiale. En fait, seules les consommations intermédiaires ont vu la part de leur rémunération relative s'accroître (tableau 2).

Un examen plus attentif par type de production permet de préciser ce constat : l'orientation vers les productions animales apparaît moins rentable pour les agriculteurs que le développement de l'offre végétale, puisque (toute chose restant égale par ailleurs) les biais d'échelle relatifs au travail familial et à la production animale sont les plus élevés (en valeur absolue, mais négatifs pour le travail familial et positifs pour les intrants intermédiaires). Ceci explique, en partie, la tendance de long terme qui oriente de plus en plus l'agriculture française vers les cultures végétales. Enfin, ces résultats confirment qu'en productions animales, l'intensification croissante des techniques d'élevage, ayant pour objectif d'élever les rendements techniques par les achats d'intrants substituables aux céréales fourragères comme le manioc, le soja ou le maïs gluten feed, n'est pas tout à fait adaptée à la structure économique des exploitations françaises.

Tableau 2. — Biais d'échelle

signification des paramètres g_{ij} = variation de la part du facteur i dans le coût total causée par une variation relative du volume de la production j (toute chose restant égale par ailleurs)

1 bis : trav. sal.			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{11}	- 1,19	- 2,79
prod. animale	g_{12}	- 2,13	- 2,40
2 bis : matériel			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{21}	- 2,16	- 5,46
prod. animale	g_{22}	- 1,63	- 2,57
3 bis : bâtiment			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{31}	- 0,55	- 12,03
prod. animale	g_{32}	- 0,51	- 5,72
4 bis : CI pour productions végétales			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{41}	0,23	0,22
prod. animale	g_{42}	3,46	1,89
5 bis : CI pour productions animales			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{51}	7,50	**
prod. animale	g_{52}	12,10	**
6 bis : trav. fam.			
	*	valeur	t
prod. végétale	g_{61}	- 3,82	- 2,23
prod. animale	g_{62}	- 11,26	- 5,65

* Valeur x 100

L'influence du progrès technique sur les combinaisons productives de l'agriculture française

Le modèle intégrant un effet de progrès technique non neutre au sens de Hicks permet de calculer les effets du progrès technique sur les facteurs de production et la structure de l'offre agricole française (tableau 3).

Tableau 3. — Biais techniques des facteurs de production

signification de K_i : variation de la part du facteur i dans le coût causée par le progrès technique. Si K_i est positif, le progrès technique (toute chose restant égale par ailleurs) a amélioré la productivité marginale de ce facteur. Les agriculteurs sont incités à accroître leurs dépenses en cet intrant (input using). Si K_i est nul, le progrès technique est neutre au sens de Hicks pour ce facteur.

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6
Valeurs*	0,03	0,15	0,04	0,54	0,25	- 1,01
t Student	0,86	7,84	14,75	9,19	**	- 16,04

* valeurs x 100. 1 = travail salarié ; 2 = matériel ; 3 = bâtiment ; 4 et 5 = consommations intermédiaires ; 6 = travail familial.

** résultat de la contrainte d'homogénéité du progrès technique par rapport aux prix des facteurs.

- valeur estimée du biais du progrès technique sur la production végétale n_1 = - 0,57 (t student = - 4,27) (valeur x 100)
- valeur estimée du biais du progrès technique sur la production animale n_2 = - 0,21 (t student = - 0,87) (valeur x 100)

Pour les facteurs de production, à l'exception du résultat relatif au travail salarié, tous les paramètres estimés sont statistiquement significatifs. Le progrès technique a donc exercé des influences différentes sur les niveaux

d'intensification des facteurs de production. D'après le signe des coefficients, on s'aperçoit (à structure de prix relatifs maintenue constante) que le progrès technique a permis d'épargner du travail familial sans modifier la part du travail salarié. Pour les autres facteurs, le signe positif des biais indique que leurs productivités marginales ont toutes augmenté au cours des vingt-cinq dernières années ; au-delà des effets prix, il était donc justifié d'accroître l'intensification en ces facteurs. Les biais techniques sont élevés pour les intrants intermédiaires, notamment pour les dépenses en engrais et produits phytosanitaires. Apparemment ces résultats montrent que les progrès de productivité des exploitations agricoles françaises proviennent en grande partie des améliorations chimiques ou biologiques incorporées dans ces facteurs de production alors que les innovations techniques dans le capital matériel ont, somme toute, joué un rôle moins important dans la productivité de l'agriculture française. Cependant, si l'on considère que le modèle ne prend pas en compte le fait qu'une grande partie des services apportés par ces consommations intermédiaires étaient fournis auparavant par les intraconsommations intermédiaires produites sur les exploitations (notamment le fumier), le biais technique peut être quelque peu surévalué.

Le biais relatif aux productions végétales est statistiquement significatif alors que celui calculé pour les productions animales ne l'est pas. Cela indiquerait que les innovations techniques ont essentiellement contribué à diminuer le coût marginal des cultures végétales, alors qu'elles n'ont pas exercé d'influence majeure sur la productivité de l'offre animale. Ce constat est important car il tente à prouver que la hausse des rendements dans les cultures végétales (céréales, plantes industrielles, pommes de terre,...) trouve effectivement son origine dans l'utilisation d'intrants intermédiaires plus performants. A l'inverse, l'augmentation des performances des élevages s'explique moins par l'utilisation d'intrants plus efficaces mais davantage par des effets d'intensification dus à des dépenses supplémentaires importantes en aliments pour animaux ; ils ne s'expliquent donc pas essentiellement par le progrès technique.

CONCLUSION

Au cours des trois dernières décennies, l'agriculture française a connu une expansion soutenue : 2,6% l'an sur la période 1960-1985. Et si l'on rapproche de l'offre globale la diminution du nombre d'agriculteurs consécutif à l'exode rural, la performance est encore plus spectaculaire : la production par entreprise agricole a augmenté au taux annuel moyen de 4,9% l'an, rythme qui signifie un doublement des capacités d'offre par unité de production en moins de quinze ans.

Cependant, cette rapide progression de la production agricole n'est pas un gonflement à l'identique. Au con-

traire, grâce à une intensification accélérée des facteurs capital et consommation intermédiaires par unité de main-d'œuvre, l'offre agricole se transforme autant qu'elle augmente. Cette transformation structurelle se révèle aussi bien par la réorientation des exploitations vers de nouvelles cultures que par la modification des combinaisons productives.

Grâce à un modèle économétrique, l'étude des variations des parts de facteurs de production de l'agriculture française, a permis de déceler l'origine technique (progrès technique) ou économique (prix des facteurs, structure de l'offre) des modifications intervenues. Les résultats du modèle suggèrent à ce propos que, par rapport au progrès technique, les prix relatifs et les choix de production sont les principales causes des variations des combinaisons productives.

Globalement, en ce qui concerne les prix, ce modèle explicatif a montré que ce sont les coûts des consommations intermédiaires qui exercent les effets prépondérants sur l'évolution de la structure des combinaisons productives. Les parts des dépenses affectées au travail, au matériel et aux consommations intermédiaires sont très sensibles aux prix de ces derniers intrants. Et même, pour l'investissement matériel, les effets croisés du prix des consommations intermédiaires sur la demande d'équipement sont supérieurs à l'effet direct du coût d'achat du capital.

Par ailleurs, grâce aux calculs des biais d'échelle, nous avons pu nous apercevoir que la croissance de l'offre (toute chose restant égale par ailleurs) ne profite guère au revenu des agriculteurs et à la main-d'œuvre familiale et qu'en fait seules les consommations intermédiaires ont vu la part de leur rémunération relative s'accroître. Toutefois, un examen plus attentif par type de production a permis de nuancer cet important constat : l'orientation vers les productions animales apparaît moins rentable pour les agriculteurs français que le développement de l'offre végétale. Si ces résultats étaient corroborés par d'autres modèles, ils confirmeraient que l'intensification croissante des techniques des productions animales en consommations intermédiaires n'a pas exercé les effets positifs espérés sur le revenu des éleveurs.

En ce qui concerne le progrès technique, le modèle montre que les progrès de productivité des exploitations agricoles françaises proviennent en grande partie des améliorations chimiques ou biologiques incorporées dans les engrais, produits phytosanitaires et semences alors que les innovations techniques sur le matériel ont, somme toute, joué un rôle moins important dans la productivité du secteur agricole. En outre, il apparaît que le progrès technique a essentiellement contribué à diminuer le coût marginal des cultures végétales, alors qu'il n'a pas exercé d'influence majeure sur la productivité de l'offre animale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BISWANGER H.P. (1974). — A cost function approach to the measurement of factor demand and elasticities of substitution. *American Journal of Agricultural Economics*, 56, 377-386.

BOUSSEMART J. Ph. (1988). — *Production, capital, productivité et endettement de l'agriculture française*. Thèse de Doctorat en Science

Economique, Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, septembre, 223-290.

CHASSARD Y. (1986). — Réflexions sur la notion de revenu d'activité des non salariés. Communication au colloque de l'Association d'Economie Sociale du 25 et 26 Septembre à Lille, Nouvelles Technologies et

CHRISTENSEN L.R., JORGENSON D.W., LAU L.J. (1971). — Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function. *Econometrica*, July, 39(3), pp. 255-256.

CHRISTENSEN L.R., JORGENSON D.W., LAU L.J. (1973). — Transcendental Logarithmic Production Frontiers. *Review of Economics and Statistics*, February, 55(1), pp. 28-45.

JORGENSON D. W., (1986). — Econometric Methods for modeling producer behavior. Harvard University, *Handbook of Econometrics*, Volume III, chap. 35, ed. Z. Griliches and M.D. Intriligator, North-Holland.

UZAWA H. (1962). — Production Functions with Constant Elasticity of Substitution. *Review of Economic Studies*, 29(4), 81, pp. 291-299.

ANNEXE

Spécification du modèle

La fonction de coût à m productions et n facteurs intégrant un progrès technique non neutre au sens de Hicks s'écrit :

$$\begin{aligned} \ln(C) = & a_0 + \sum_i b_i \ln(y_i) + 1/2 \sum_{ij} c_{ij} \ln(y_j) + \sum_j \\ & d_j \ln(p_j) + 1/2 \sum_i \sum_j f_{ij} \ln(p_i) \ln(p_j) + \sum_i \sum_j \\ & g_{ij} \ln(y_i) \ln(p_j) + h.T + \sum_i k_i \ln(p_i).T + \sum_j \\ & n_j \ln(y_j).T \\ & + 1/2.w.T^2 \end{aligned}$$

C = coût de production

y_i = production i 1,2,3,...,m

p_j = prix ou coût d'usage du facteur j 1,2,3,...,n

T = Trend.

Généralement, les séries statistiques dont nous disposons ne sont pas assez longues pour pouvoir déterminer un tel modèle. Cependant, à partir du lemme de Shephard, on peut estimer les équations des parts des facteurs, des flexibilités du coût par production et obtenir indirectement la fonction de coût. On complète la fonction de coût par les relations suivantes :

a) Équation des parts des facteurs

A la situation optimale (équilibre du producteur), l'élasticité du coût de production par rapport au prix de l'input est égale à la part du facteur de production dans le coût total :

$$\begin{aligned} v_i = \frac{\delta n(C)}{\delta n(p_i)} = \frac{p_i \cdot x_i}{C} \text{ (part du facteur } i \text{ dans} \\ \text{le coût total)} = \\ d_i + \sum_j f_{ij} \ln(p_j) + \sum_j g_{ij} \ln(y_j) + k_i.T \end{aligned}$$

b) Équation des flexibilités du coût

On peut exprimer la flexibilité du coût ou les parts des revenus de la fonction de coût par l'équation :

$$\begin{aligned} r_k = \frac{V_{yk}}{C} \text{ (part de la production } k \text{ dans le coût)} = \\ \frac{\delta \ln(C)}{\delta \ln(y_k)} = \frac{p_k \cdot y_k}{C} \\ r_k = b_k + \sum_i c_{ki} \ln(y_i) + \sum_j g_{kj} \ln(p_j) + n_k.T \end{aligned}$$

Dans l'hypothèse que le coût est homogène de degré 1 par rapport aux prix des intrants, les contraintes suivantes doivent être respectées :

- pour tout facteur j, $\sum_j d_j = 1$, la somme des parts des facteurs de production dans le coût total est égale à 100%,
- pour tout facteur j ou facteur i, la somme des élasticités part est nulle. Avec $f_{ij} = f_{ji}$, $\sum_j f_{ij} = 0$, la part du facteur j dans la production (v_j) ne varie pas lorsque tous les prix des inputs augmentent simultanément dans la même proportion,
- pour toute production j, la somme des biais d'échelle

est nulle. $\sum_i g_{ij} = 0$, la flexibilité du coût par rapport à la production j (v_{vj} ou r_j) ne varie pas si tous les prix augmentent dans la même proportion.

De plus, la symétrie des différentielles d'ordre 2 impose évidemment :

$$\begin{aligned} - \frac{\delta \ln(C)}{\delta \ln(p_i) \delta \ln(p_j)} = f_{ij} = f_{ji} \\ - \text{et } \frac{\delta^2 \ln(C)}{\delta \ln(y_i) \delta \ln(y_j)} = c_{ij} = c_{ji}. \end{aligned}$$

Enfin, $\sum k_i = 0$, ce qui signifie que l'impact total sur les parts des facteurs d'une variation du niveau technique est nul. Si le progrès technique augmente les parts de certains inputs c'est au détriment d'autres inputs.

c) Effets de substitution

Ce type de modèle permet de mesurer les élasticités de substitution entre les inputs. H. Uzawa (1962) a montré que sous l'hypothèse de la maximisation du profit sur un marché de concurrence, l'élasticité de substitution partielle au sens d'Allen se calcule à partir de la fonction du coût :

$$ij = \frac{[(\delta^2 C / \delta p_i \delta p_j) \cdot C]}{[(\delta C / \delta p_i) \cdot (\delta C / \delta p_j)]}$$

Avec le modèle translog, on obtient :

$$ij = [f_{ij} + v_i \cdot v_j] / [v_i \cdot v_j]$$

H.P. Biswanger (1974) a montré que les élasticités prix de la demande des facteurs de production peuvent être obtenues à partir de l'équation précédente :

$$ij = \frac{\delta \ln(x_i)}{\delta \ln(p_i)} = v_j \cdot \delta_{ij}$$

d) Coûts marginaux

Les rendements d'échelle partiels par rapport à chacune des productions mesurent les variations relatives de l'offre quand les dépenses augmentent. Si une production varie, la flexibilité partielle du coût (inverse du rendement d'échelle) s'obtient par l'équation de la flexibilité r_k . A partir de cette équation, l'expression du coût marginal relatif à la production k devient :

$$C_{mk} = \frac{\delta C}{\delta y_k} = (1/r_k) \cdot (C/y_k).$$

e) Gains de productivité

Enfin le progrès technique non neutre au sens de Hicks s'obtient par l'équation suivante :

$$-v_t = h + \sum_i k_i \ln(p_i) + \sum_j n_j \ln(y_j) + w.T$$

Il exprime les gains de productivité de la fonction de production. Grâce à cette spécification, on peut calculer l'impact du progrès sur les coefficients techniques de la fonction de production (toute chose restant égale par ailleurs, notamment les prix respectifs d'intrants). Par rapport aux intrants, les biais du progrès technique sont mesurés par les coefficients k_i . Ils expriment l'impact du progrès technique sur les parts des inputs utilisés dans la pro-

duction totale. Si k_i est positif cela signifie que la part de l'input augmente. La productivité marginale de ce facteur de production s'élevant grâce au progrès technique, on l'utilise davantage au détriment d'autres intrants (input using). Si le biais est nul, le progrès technique n'exerce aucune influence sur les parts des facteurs : il est neutre au sens de Hicks. Le coefficient w mesure l'accélération du progrès technique - $vt/\delta t$ ou $\delta^2 \ln(C)/\delta t^2$. Si ce paramètre est négatif, le progrès technique s'accélère.

Au total, nous avons construit quatre variantes du modèle de base :

- 1) modèle de base sans rémunération du travail familial,
- 2) modèle avec indice de trésorerie rémunérant le travail familial,
- 3) modèle avec indice de trésorerie et avec coût d'usage du capital différent du prix d'achat,
- 4) modèle avec indice de trésorerie et avec rémunération du capital foncier.

Ces quatre variantes ont été estimées par la méthode des moindres carrés généralisés à équations simultanées grâce au programme T.S.P. (Time Series Processor, version 3.5). Pour apprécier les validités des différents systèmes, nous avons comparé les valeurs du R^2 ajusté et du coefficient

de Durbin Watson des équations. Par ailleurs, si l'on détermine $n-1$ parts de facteur, la $n^{\text{ième}}$ est déduite. Ainsi pour éviter d'avoir une matrice "variances - covariances" singulière, une équation des parts de facteurs doit être omise dans la procédure de régression. Les valeurs des différentes estimations sont indépendantes du choix de l'équation omise.

Valeurs des R^2 et du coefficient de Durbin Watson de l'équation du coût de chaque variante

	variante 1	variante 2	variante 3	variante 4
R^2 ajusté	0,96	0,97	0,96	0,97
coefficient D.W. Durbin Watson	0,98	1,11	1,04	1,12
valeur du logarithme de la vraisemblance	606,35	931,12	834,59	861,10