



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.

Quelques orientations
de recherche
en économie de la production

F. BONNIEUX

Les débats sur la réforme de la politique agricole commune, la recherche d'une harmonisation entre ses objectifs et ceux d'actions en faveur des régions défavorisées et de l'environnement, conduisent à de nouvelles interrogations sur l'efficacité de certaines mesures de politique économique. L'évaluation des effets en termes d'offre, de spécialisation et d'efficacité d'une baisse des prix réels et de l'instauration de quotas de production, constitue donc un thème de réflexion d'actualité pour l'économiste de la production*.

Plus concrètement, quels effets peut-on escompter d'une diminution du prix garanti des céréales par exemple ? Cette simple question renvoie à des interrogations sur le progrès technique, son rythme et sa nature (biais sur tel ou tel facteur), l'existence d'économies d'échelle pour certaines catégories d'exploitations ou encore les gains potentiels d'une diversification des productions. L'éventuelle taxation des inputs polluants, pour diminuer les effets externes négatifs de l'agriculture, soulève la question de certaines formes d'extensification, c'est-à-dire de la substitution de la terre aux consommations intermédiaires. Le rationnement des facteurs de production, en particulier le gel des terres, conduit à discuter son efficacité pour limiter la production ou tout au moins sa croissance et renvoie aux mêmes questions de fond sur la technologie du secteur agricole. Il amène aussi, à travers une analyse des effets négatifs possibles sur l'environnement (augmentation de la production par hectare cultivé) de ces mesures, à une réflexion sur la cohérence des politiques économiques entre elles.

L'élaboration de modèles du secteur agricole, de plus en plus désagrégés requiert des hypothèses *a priori*, si l'on veut éviter des difficultés économétriques inextricables. Ainsi, les modèles à étages permettent d'intégrer dans un cadre cohérent des informations d'origines diverses et de mener à bien des analyses de statique comparative (Mahé, 1987). Ces modèles sont fondés sur des hypothèses de séparabilité (faible) qui justifient l'optimisation décentralisée et la constitution d'agrégats, qu'il convient de tester à partir d'études spécifiques.

La réponse à ces questions peut être résumée par l'estimation de systèmes complets d'offre et de demande dérivée correspondant à différents équilibres : équilibres de long terme, équilibres de court terme avec prise en compte de la fixité de certains facteurs de production (terre, travail familial) et de quotas pour certains produits (betteraves industrielles, lait). Le souci de disposer de ce type d'informations préoccupe depuis longtemps les économistes agricoles et a été à l'origine d'un important courant de recherches. Aussi ne s'agit-il pas d'un programme à proprement parler original, même si on ne dispose que de peu de choses sur l'agriculture française. Ce manque de connaissances semble dû à l'abandon de certaines recherches quantitatives pendant une période où l'on a davantage mis l'accent sur la dynamique longue et sur les rapports sociaux.

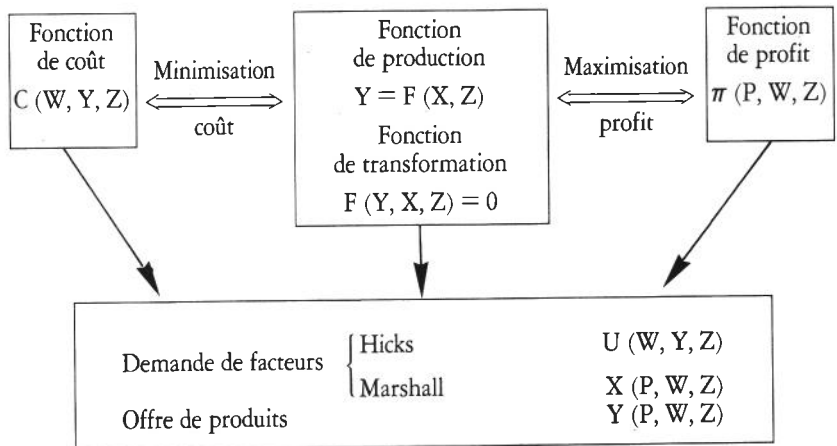
Ce qu'il convient plutôt d'examiner, c'est dans quelle mesure les progrès accomplis depuis la fin des années soixante par la théorie de la production

* Je tiens à remercier T. Magnac et J. Mairesse qui ont bien voulu relire une première version de cette note ainsi que H. Guyomard, P. Rainelli et D. Vermersch pour leurs critiques et leurs conseils.

avec les développements de la théorie de la dualité (Chambers, 1988) ont influencé les analyses appliquées au secteur agricole en France. Cette vision restreint volontairement l'examen des recherches en économie de la production, puisqu'elle ne prend pas en compte les analyses basées sur des méthodes de programmation et qui aboutissent à une estimation de l'offre (Jayet, 1988). Elle ne considère pas non plus les travaux économétriques récents consacrés à une production particulière (Leroux, 1988) et qui s'inscrivent dans une autre tradition. L'ambition poursuivie ici est donc modeste et ne vise pas à une revue des travaux sur l'offre agricole (Colman, 1983).

On se limite donc aux travaux économétriques sur l'agriculture française, qui, partant d'une hypothèse de comportement du producteur, établissent des relations dérivées de demande de facteurs ou d'offre de produits (cf. diagramme). L'hypothèse de comportement porte soit sur la minimisation du coût des facteurs variables pour un niveau de production fixé, soit sur la maximisation du profit (plus précisément la maximisation du revenu des facteurs fixes). Avec la première hypothèse, on aboutit à la demande de facteurs au sens de Hicks (demande compensée puisque le niveau de production est fixé), tandis que la seconde conduit à la détermination de l'offre et de la demande au sens de Marshall. On se situe toujours dans un cadre de concurrence parfaite, les prix sont donnés au producteur, c'est-à-dire que l'offre de facteurs et la demande de produits sont infiniment élastiques. Cette hypothèse habituelle en économie de la production agricole est sans doute admissible, mais mériterait d'être examinée de plus près pour certains marchés particuliers, en ayant recours aux tests d'exogénéité qui semblent constituer une voie intéressante.

Approche primale
et approche duale



X : vecteur des facteurs variables
Z : vecteur des facteurs fixes
Y : vecteur des produits
W : vecteur des prix des facteurs variables
P : vecteur des prix des produits

La discussion précédente conduit à distinguer l'approche primale qui fera l'objet d'une brève discussion et l'approche duale à laquelle seront consacrés

des développements plus longs. Ceux-ci seront aussi l'occasion d'une comparaison avec l'approche primale. Enfin une spécification très utilisée de la fonction de coût, la forme translog, sera présentée avec plus de détails.

Approche primale

La première étape consiste à spécifier une fonction de production tandis que la seconde aboutit à l'estimation des élasticités par rapport aux prix de la demande et de l'offre. Pour la réaliser, on procède à l'estimation soit directement de la fonction de production, soit d'équations économétriques qui en sont dérivées en utilisant les conditions du premier ordre. De nombreux travaux appliqués ont suivi jusqu'aux années soixante cette démarche en retenant une fonction de Cobb-Douglas estimée à partir de séries chronologiques concernant la branche ou de données individuelles de coupe. Les applications à l'agriculture française sont restées cependant très peu nombreuses et nous citerons simplement l'analyse de Brangeon et Rainelli (1963) et celle de Faudry (1969) qui sont basées sur des observations d'exploitations agricoles.

A production fixée, l'approche primale permet de déterminer la demande au sens de Hicks de facteurs de production. La résolution complète du problème marshallien se heurte au dilemme des rendements croissants. Il n'admet pas, dans ce cas, de solution puisque le coût marginal et le coût moyen sont alors des fonctions croissantes du produit. Cette difficulté n'est pas propre à la fonction de Cobb-Douglas, mais est facile à montrer analytiquement dans ce cas d'espèce (Dixon *et al.*, 1980, p. 235-239), c'est évidemment la raison de l'hypothèse de stricte convexité des ensembles de production qui revient à raisonner sur des entreprises à rendements d'échelle décroissants, ce qui permet donc d'estimer la demande dérivée et l'offre au sens de Marshall. Il faut noter ici que cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée, les rendements d'échelle peuvent en effet être localement croissants pour certaines catégories d'exploitations (Vermersch, 1989, p. 311). Par ailleurs, il convient de remarquer qu'une technologie peut présenter des rendements croissants de long terme et se caractériser à court terme par des rendements décroissants.

La facilité de mise en œuvre de la fonction de Cobb-Douglas a pour contrepartie des hypothèses contraignantes sur la séparabilité de la technologie qui impose des élasticités de substitutions unitaires entre les facteurs de production. Aussi, l'effort a-t-il porté sur la définition de formes fonctionnelles imposant des contraintes moins restrictives. La fonction CES a apporté une nette amélioration puisqu'elle préserve une certaine facilité d'utilisation, tout en autorisant des élasticités de substitution, certes toujours constantes, mais différentes de l'unité. D'autres spécifications ont pu être proposées, mais sans connaître le même succès dans les applications que la Cobb-Douglas et la CES.

L'introduction de formes fonctionnelles flexibles a apporté une nouvelle vision de la spécification des fonctions de production et a constitué un progrès significatif. Il s'agit en pratique, jusqu'ici, d'approximations du second ordre (au sens d'un développement en séries de Taylor) de la vraie fonction

de production inconnue mais supposée différentiable jusqu'à l'ordre deux. La forme fonctionnelle utilisée a donc un nombre suffisant de paramètres indépendants pour estimer, sans contraintes particulières, les dérivées premières et secondes de la vraie fonction de production, ce qui constitue un gain notable sur le plan du réalisme dans la représentation de la technologie. Toutefois l'approximation n'est justifiable en toute rigueur qu'en un seul point, ce qui constitue une restriction relativement importante.

L'utilisation d'une forme fonctionnelle translog s'est avérée intéressante pour analyser l'agriculture française. La première application sur données chronologiques relatives à la branche a été publiée par Mahé *et al.* (1983). Sa mise en œuvre systématique à partir de données relatives à des coupes départementales (Bonnieux, 1986 et 1988) a montré sa souplesse. Elle a permis de représenter aussi bien des situations de substituabilité que de complémentarité, et d'introduire à côté des facteurs de production, des variables explicatives supplémentaires qui rendent compte de différences spatiales, de productivité totale en particulier.

A l'exception notable de la modélisation de l'agriculture australienne à partir de fonctions CET (Powell et Gruen, 1968) puis CRESH/CRETH (Vincent *et al.*, 1980), l'approche primale n'a pas permis de traiter correctement le cas multiproduits sauf pour des cas triviaux (produits joints ou produits indépendants non-concurrents vis-à-vis des facteurs). Par ailleurs, sur le plan économétrique, elle souffre du biais de simultanéité qui vient du fait que les niveaux des facteurs et des produits sont déterminés, à des aléas près, conjointement.

Approche duale

L'approche duale apparaît bien adaptée à l'analyse du secteur agricole, ce qui explique son succès dans les travaux appliqués. Elle permet de prendre en compte plusieurs produits et la fixité de certains facteurs et de certains produits de plus, elle évite l'écueil du biais de simultanéité dans la mesure où l'hypothèse d'exogénéité des variables explicatives (prix, niveaux des facteurs fixes et quotas) est vérifiée. L'exogénéité des facteurs fixes mériterait d'être davantage discutée dans l'avenir ; sa remise en cause conduirait à préconiser des méthodes d'estimation par variables instrumentales.

L'approche duale associe la donnée d'un ensemble de production et d'une hypothèse de comportement : minimisation du coût, maximisation du profit. Elle utilise un résultat mathématique général qui s'applique aux fonctions numériques : le théorème de l'enveloppe (Silberberg, 1981, p. 168-171). L'illustration la plus connue est fournie par une famille de courbes de coût de court terme, qui sont tangentes à la courbe de coût de long terme. Ceci implique qu'aux points de contact les variations marginales du coût de court terme sont égales aux variations marginales du coût de long terme. Ce résultat est important puisqu'à court terme les facteurs fixes ne sont pas nécessairement à leur niveau optimal de long terme, ce qui ne va pas empêcher de dériver des propriétés du long terme à partir de l'observation du coût de court terme. On a donc ici une voie pour calculer le prix dual des facteurs fixes, et en les comparant aux coûts d'opportunité, d'analyser les déséquilibres factoriels (Guyomard, 1988, p. 335-371).

De la même façon qu'il existe une équivalence entre ensemble de production et fonction de production (ou de transformation), il existe une équivalence entre ensemble de production et fonction de profit (cf. diagramme) que se sont attachés à établir sous les hypothèses les plus réalistes possibles les théoriciens de l'économie de la production dans les années soixante-dix. Par dérivation par rapport aux prix, la fonction de profit permet de résoudre le problème marshallien. C'est le lemme de Hotteling qui correspond à une application du théorème de l'enveloppe.

Lorsqu'on raisonne à production donnée (c'est-à-dire dans une section de l'ensemble de production), on définit la fonction de coût (diagramme) qui permet de calculer la demande dérivée de facteurs au sens de Hicks. Cette dérivation par rapport aux prix des facteurs correspond au lemme de Shephard, autre application du théorème de l'enveloppe. En dérivant par rapport au niveau des facteurs fixes, on obtient des prix duaux. Un raisonnement parallèle, à niveau d'emploi des facteurs fixé, permettrait de définir une fonction de revenu (revenu maximum possible eu égard aux facteurs mis en œuvre), et de là une notion d'offre compensée. Cette dernière fonction n'est signalée ici que pour mémoire, dans la mesure où elle ne semble pas avoir fait l'objet d'application, tout au moins au secteur agricole.

Les hypothèses imposées à l'ensemble de production sont analogues à celles qui sont retenues dans l'approche primale. Mais les travaux sur la dualité ont été l'occasion d'une réflexion nouvelle sur leur portée. Lorsqu'on raisonne à production donnée, en considérant une fonction de coût au lieu d'une fonction de profit, le corps d'hypothèses va porter sur une section de l'ensemble de production. Il convient ici de faire quelques remarques sur la portée des hypothèses sans pour autant en faire une discussion générale (Vermersch, 1988, p. 63-72).

L'hypothèse de convexité correspond à l'idée naturelle qu'il est possible de combiner entre eux deux processus de production. Elle interdit cependant de traiter le cas des rendements croissants, qui localement tout au moins, peut correspondre à une réalité, comme on a pu le noter. Cette difficulté mise à part, les principales hypothèses n'apparaissent réellement limitatives que lorsqu'interviennent des effets externes. La production conjointe de porcs et de lisier fournit un exemple où il faudrait introduire des prix négatifs (ce qui est théoriquement possible) et où l'hypothèse de libre disposition n'est pas vérifiée puisqu'il faut augmenter la quantité d'inputs pour diminuer la production de lisier à production de porcs constante.

Ainsi l'approche duale apparaît plus souple que l'approche primale par la diversité des situations qu'elle permet de représenter ainsi que sur le plan économétrique, en dépit de risques évidents de multicollinéarité des prix. Toutefois, elle ne saurait être considérée comme la solution à tous les problèmes empiriques en économie de la production. Ainsi, elle ne permet pas d'identifier la demande de facteurs liée à chaque production (Just *et al.*, 1983, 1988 ; Shumway, 1988).

L'hypothèse fondamentale porte sur le comportement d'optimisation du producteur, minimisation d'un coût ou maximisation du profit ; le comportement observé permet alors de révéler la technologie. Il ne semble pas cependant que les résultats empiriques sur les substitutions factorielles et les

biais du progrès technique soient sensibles au choix de l'hypothèse de départ (Capalbo, 1985). Cette cohérence suggère que l'hypothèse de comportement est moins forte qu'on pourrait le penser *a priori*.

L'autre choix important nous paraît porter sur la nature de l'équilibre observé : de quel horizon économique s'agit-il ? Y a-t-il des facteurs fixes et lesquels ? Doit-on introduire des quotas ? Les analyses faites sur le secteur agricole en général et plus particulièrement en France (Guyomard, 1988 ; Vermersch, 1989) montrent qu'il y a lieu d'introduire un déséquilibre factoriel pour la terre qui serait sous-optimale tout au moins dans les systèmes de grandes cultures, et le travail familial. Il convient donc de traiter ces facteurs comme des facteurs fixes.

Les hypothèses sur l'ensemble de production permettent d'établir l'existence des fonctions de profit et de coût, et de déterminer leurs propriétés. Ce sont des propriétés mathématiques générales de continuité, d'homogénéité, de concavité ou de convexité qui s'interprètent en termes économiques dès lors que l'on fait un retour aux hypothèses initiales sur l'ensemble de production.

La théorie n'en dit pas plus et ne renseigne pas l'économètre sur la forme exacte de la fonction à estimer. La démarche suivie principalement jusqu'ici a consisté à définir des formes fonctionnelles qui donnent une approximation à l'ordre deux de la fonction sous-jacente, fonction de profit ou fonction de coût. On recherche donc une estimation locale, suivant une démarche analogue à celle retenue dans l'approche primale en introduisant les formes fonctionnelles flexibles. D'autres approximations sont possibles, tout comme peut être considérée une démarche non-paramétrique, fondée en particulier sur l'utilisation de formes de Fourier, pour laquelle une application à l'agriculture américaine a été publiée (Chalfant, 1984). On ne dispose ici que des résultats partiels, les recherches doivent être approfondies.

La fonction de coût translog (voir encadré) a été très utilisée dans les applications. Elle permet de calculer la demande dérivée et d'étudier le progrès technique, ainsi que les rendements d'échelle. Elle a fait l'objet d'estimations systématiques à partir de données concernant la branche et donc provenant de la Comptabilité nationale (Guyomard, 1988), ainsi que de données individuelles issues du Réseau d'information comptable agricole pour les systèmes de grandes cultures (Vermersch, 1989).

L'estimation de cette fonction est désormais classique. Il faut cependant signaler quelques difficultés de mise en œuvre. La fonction de coût estimée est continue, mais rien ne garantit qu'elle vérifie toutes les propriétés déduites de la théorie : est-elle non décroissante et concave par rapport aux prix ? Cette propriété ne peut être vérifiée que localement, sinon la forme translog dégénère en une fonction de Cobb-Douglas. Ce qui importe ici, c'est simplement de contrôler que la fonction estimée vérifie cette propriété au point où elle approche la fonction de coût inconnue. On a donc un test *a posteriori*. Une autre méthode peut consister à imposer localement des contraintes supplémentaires aux paramètres de façon à ce que les propriétés de la fonction de coût soient vérifiées par la fonction estimée au point d'approximation.

Fonction de coût translog de long terme

$$\begin{aligned} \ln C = & \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln w_i + \frac{1}{2} \sum_{ij} \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \beta_y \ln y + \frac{1}{2} \beta_{yy} [\ln y]^2 \\ & + \beta_{yt} \ln y \cdot t + \beta_t t + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \sum_i \beta_{it} \ln w_i \cdot t + \sum_i \beta_{iy} \ln w_i \ln y \end{aligned}$$

C : coût total ; y : niveau de production ; w_i ($i = 1, \dots, n$) : prix des facteurs ; t : trend temporel ; β paramètres

Contraintes sur les paramètres

$$\sum_i \beta_i = 1 ; \sum_i \beta_{it} = 0 ; \sum_i \beta_{iy} = 0 ; \sum_i \beta_{ij} = \sum_j \beta_{ij} = 0$$

Lemme de Shephard

$\partial C / \partial w_i = X_i$ demande dérivée de facteur X_i ,

$S_i = X_i w_i / C$ part du facteur X_i dans le coût

Equations de parts de facteurs

$$S_i = \beta_i + \sum_j \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{it} t + \beta_{iy} \ln y ; i = 1 \dots n$$

Elasticités de la demande dérivée

Elasticité de la demande de X_i par rapport au prix w_j de X_j

$$\varepsilon_{ij} = \partial \ln X_i / \partial \ln w_j = (\partial^2 C / \partial w_i \partial w_j) (w_j / X_i) = \sigma_{ij} S_j$$

Elasticité de substitution partielle d'Allen

$$\sigma_{ij} = 1 + \beta_{ij} / S_i S_j \quad (i \neq j)$$

$$\sigma_{ij} (S_i^2 - S_i + \beta_{ii}) / S_i^2 \leq 0$$

Si $\sigma_{ij} > 0$, X_i et X_j sont substituables ; si $\sigma_{ij} < 0$, X_i et X_j sont complémentaires.

Progrès technique

$$\partial \ln C / \partial t = \beta_t + \beta_{tt} t + \sum_i \beta_{it} \ln w_i + \beta_{yt} \ln y$$

$\beta_{yt} = \beta_{it} + 0$ ($i = 1, \dots, n$) : progrès technique neutre au sens de Hicks

Coût et échelle de production

$$\partial \ln C / \partial \ln y = \beta_y + \beta_{yy} \ln y + \beta_{yt} t + \sum_i \beta_{iy} \ln w_i$$

$1 / (\partial \ln C / \partial \ln y)$ = coût moyen / coût marginal

$\beta_{yt} = \beta_{iy} = 0$ ($i = 1, \dots, n$) : technologie homothétique,

et $\beta_y = 1/\lambda$, $\beta_{yy} = 0$: technologie homogène de degré λ .

Les adaptations du modèle aux situations de déséquilibre factoriel, en considérant la terre et le travail familial comme des facteurs fixes, sont bien maîtrisées et donneront sans doute lieu à des applications plus systématiques dans l'avenir. Des améliorations récentes ont porté sur l'utilisation du concept d'économies de variété (Cohendet, 1988) pour analyser l'intérêt de la spécialisation céréalière (Vermersch, 1989, p. 263-305). Une autre adaptation intéressante a été l'utilisation conjointe d'un modèle à choix discret et d'une fonction de coût pour représenter, dans une première étape, la décision d'embaucher des salariés et, dans une seconde étape, d'en déterminer le nombre, toujours pour des exploitations céréalières (Vermersch, 1989, p. 218-262).

La voie paraît donc tracée pour une application plus systématique de cette approche, en particulier aux données individuelles, issues du Réseau d'information comptable agricole. La principale difficulté concerne actuellement l'utilisation de données de panel, et pour l'avenir il y a quelque inquiétude sur l'appauvrissement de cette source. Un certain nombre de points n'ont pas été étudiés suffisamment jusqu'ici ; l'un d'entre eux porte sur l'intégration des anticipations dans l'approche duale. A plus long terme, l'extension de cette démarche de façon à englober les autres activités professionnelles et les loisirs de l'exploitant et de sa famille constitue une voie prometteuse (Singh *et al.*, 1986). Sa mise en œuvre passera par une extension des données dont on dispose, soit par enrichissement des enquêtes existantes, soit encore par appariement de plusieurs sources. Enfin, il faut remarquer que, même si cela apparaît nécessaire dans certains cas, l'affaiblissement des hypothèses de concurrence parfaite tant sur le marché des produits, que sur celui des facteurs, est difficile dans le cadre dual (Binswanger *et al.*, 1987).

BIBLIOGRAPHIE

- BINSWANGER (H.), YANG (M.C.), BOWERS (A.), et MUNDLAK (Y.), 1987 — On the determinants of cross-country aggregate agricultural supply, *Journal of Econometrics*, Vol. 36, pp. 111-131.
- BONNIEUX (F.), 1986 — *Etude économétrique des disparités de l'agriculture française sur la base de données départementales*, Rennes, INRA, Economie et Sociologie Rurales.
- BONNIEUX (F.), 1988 — Spécialisation régionale et efficacité de l'agriculture, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 8, pp. 6-26.
- BRANGEON (J.L.) et RAINELLI (P.), 1963 — *L'analyse du coefficient de capital en agriculture*, Rennes, INRA, Economie et Sociologie Rurales.
- CAPALBO (S.M.), 1985 — *A comparison of econometric models of US agricultural productivity and technology structure*, Washington, Resources for the Future, Discussion paper series, n° RR85-05.
- CHALFANT (J.A.), 1984 — Comparison of alternative functional forms with application to agricultural input data, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, pp. 216-220.

- CHAMBERS (R.G.), 1988 — *Applied production analysis : a dual approach*, Cambridge, Cambridge University Press.
- COLMAN (D.), 1983 — A review of the arts of supply response analysis, *Review of Marketing and Agricultural Economics*, Vol. 51, pp. 201-230.
- COHENDET (P.), 1988 — Progrès technique et micro-économie, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 6, pp. 117-138.
- DIXON (P.B.), BOWLES (S.) et KENDRICK (D.), 1980 — *Notes and problems in microeconomic theory*, Amsterdam, North-Holland.
- FAUDRY (D.), 1969 — Les écarts de rémunération des facteurs entre exploitations agricoles familiales, *Cahiers de l'ISEA*, tome 3, pp. 2181-2207.
- GUYOMARD (H.), 1988 — *Investissement et choix techniques du secteur agricoles français : étude économétrique*, Thèse Université de Rennes 1.
- JAYET (P.A.), 1988 — A model for aggregation and control of crops supply, *Séminaire de l'Association Européenne des Economistes Agricoles*, Bonn, R.F.A.
- JUST (R.E.), ZILBERMAN (D.) et HOCHMAN (E.), 1983 — Estimation of multicrop production functions, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 65, pp. 770-780.
- JUST (R.E.), ZILBERMAN (D.) et HOCHMAN (E.), 1988 — Estimation of multicrop production functions ; reply, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 70, pp. 733-734.
- LEROUX (Y.), 1988 — Threshold price and aggregation of micromarkets ; a note on methodological aspects and application prospects for estimating an econometric model of the French cereal market, *Séminaire de l'Association Européenne des Economistes Agricoles*, Bonn, RFA.
- MAHÉ (L.P.), 1987 — Approximation d'un système complet de demande dérivée des ingrédients de l'alimentation animale, *5ème Congrès des Economistes agricoles européens*, Balatonszéplak, Hongrie.
- MAHÉ (L.P.), ALBECKER (C.) et LEFEBVRE (C.), 1983 — Une représentation macroéconomique de l'agriculture française : projections et variantes pour 1990, *Economie Rurale*, n° 157, pp. 67-81.
- POWELL (A.A.) et GRUEN (F.H.), 1968 — The constant elasticity of transformation production frontier and linear supply system, *International Economic Review*, Vol. 9, pp. 315-328.
- SHUMWAY (C.R.), 1988 — Estimation of multicrop production functions : comment, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 70, pp. 729-732.
- SILBERBERG (E.), 1978 — *The structure of economics : a mathematical analysis*, Londres, Mac Graw Hill.
- SINGH (I.), SQUIRE (L.) et STRAUSS (J.) ed., 1986 — *Agricultural household models : extensions, applications and policy*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.

- VINCENT (D.P.), DIXON (P.B.) et POWEL (A.A.), 1980 — The estimation of supply response in Australian agriculture: the CRESH/CRETH production system, *International Economic Review*, Vol. 21, pp. 221-243.
- VERMERSCH (D.), 1989 — *Economie et technologie des systèmes céréaliers : une approche duale et économétrique*, Thèse de l'Université de Rennes 1.