

Approche duale en théorie de la production : son applicabilité a la réalité microéconomique agricole

Dominique Vermersch, . Societe Francaise d'Economie Rurale

▶ **To cite this version:**

Dominique Vermersch, . Societe Francaise d'Economie Rurale. Approche duale en théorie de la production : son applicabilité a la réalité microéconomique agricole. Colloque SFER : Nouvelles problematiques et nouvelles methodes. Presentation de travaux recents d'economie et de sociologie rurales, Sep 1989, Paris, France. 20 p., 1989. hal-02856897

HAL Id: hal-02856897
https://hal.inrae.fr/hal-02856897

Submitted on 8 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Société Française d'Economie Rurale
Session d'Automne
27-28 septembre 1989

I.N.R.A. - RENNES
27 SEP 1989
ÉCONOMIE RURALE
BIBLIOTHÈQUE

Approche duale en théorie de la production : son applicabilité à la réalité microéconomique agricole

Dominique VERMERSCH (1)

(1) : Chargé de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 65 rue de Saint Brieuc - 35042 Rennes Cedex).

1. Introduction

La Politique Agricole Commune (PAC), dans sa phase de réorientation actuelle, nécessite de nouveaux instruments de politique économique. L'utilisation de ces derniers suppose, au préalable, une analyse approfondie de leurs effets potentiels. La modélisation économétrique a largement contribué ces dernières années à fournir de telles analyses focalisées essentiellement au niveau macroéconomique national (Mahé et al., 1983 ; Guyomard, 1988), voire régional (Bonnieux, 1986a).

L'approche microéconomique, à partir de données individuelles, apparaît aujourd'hui de plus en plus nécessaire du fait des limites de l'outil macro-économique, en particulier de l'inévitable perte d'information qu'engendre l'agrégation des données (Milleron, 1987). Par ailleurs, la disponibilité croissante de données individuelles, issues notamment du RICA (Réseau d'Information Comptable Agricole), facilite les analyses microéconomiques. Parmi celles-ci, l'approche duale en théorie de la production, associée à l'utilisation de formes fonctionnelles flexibles, a permis un large développement des recherches empiriques sur les structures de production agricoles. La systématisation de ces travaux est en cours et permet déjà de tirer des enseignements utiles à la PAC dans sa phase de réorientation actuelle. L'exposé proposé ici tente d'évaluer de manière synthétique l'applicabilité de l'approche duale sur données microéconomiques. Pour ce faire, nous aborderons successivement quatre niveaux d'analyse : le cadre hypothétique utilisé, les mesures duales de la technologie et du déséquilibre, l'économétrie d'un modèle dual et, enfin, l'analyse des politiques agricoles. Ceci nous permettra ainsi de vérifier l'applicabilité de cette approche mais également d'en exhiber les biais et les limites.

2. Admissibilité théorique de l'approche duale

L'approche duale associe conjointement la donnée d'un ensemble des possibilités de production et un comportement d'optimisation du producteur. Cette conjonction assure, dans une première analyse, une supériorité de l'approche duale, tant sur le plan théorique qu'économétrique, relativement à l'approche primale. Cette dernière formalise classiquement la technologie[1] au moyen d'une fonction de production qui traduit, en particulier, la possibilité de substitutions marginales entre facteurs. Cependant, le côté simpliste des premières formes fonctionnelles introduites a conduit à des constatations erronées de phénomènes économiques[2]. L'exposé de la théorie de la production à partir d'un ensemble des possibilités techniques de production permet à la fois d'introduire le concept de fonction de production et de s'en affranchir dans le cadre d'une modélisation de l'équilibre général ou d'une représentation duale de la technologie. De plus, sous un corps d'hypothèses associées à

---

[1] Par technologie, nous entendons un ensemble de certains moyens, les arrangements de ces moyens et les utilisations de biens et services par lesquels d'autres biens et services peuvent être produits (Shephard, 1970, p. 13).

[2] "Le succès des fonctions Cobb-Douglas provient de ce que toutes les fonctions de ce type ont une élasticité de substitution égale à un ; dans le cas de deux facteurs capital et travail, cette caractéristique assure que les parts relatives de ces deux facteurs ne seront pas modifiées par l'offre relative des deux facteurs et elle fournit une explication simple de la "relative fixité" que l'on prétendait constater sur de longues périodes dans les pays développés" (d'après Blaug 1981, p. 527).

l'ensemble des possibilités de production, la théorie de la dualité nous assure que la fonction d'objectif, issue de l'adoption d'une hypothèse de comportement, contient toute l'information relative au sous-ensemble des possibilités de production sur lequel s'est faite l'optimisation. Autrement dit, l'ensemble des choix techniques ou technologie est observé au travers d'une hypothèse de comportement ; celle-ci associée à un environnement économique (prix des facteurs, contraintes de débouchés, ...) permet d'inférer non seulement l'état de la technologie mais également son évolution, sa dynamique, à la suite par exemple de modifications dans l'environnement économique.

En conséquence, le caractère dual de la théorie microéconomique du producteur résulte de l'adoption d'un comportement d'optimisation. La cohérence des relations duales entre technologie et comportement, entre espace des biens et espace des prix, est assurée moyennant des hypothèses nécessaires de convexité sur l'ensemble des possibilités de production : l'approche duale constitue en effet, ni plus ni moins, qu'une application de la théorie des ensembles convexes[3]. Cette application trouve ses origines dans les travaux de Hotelling (1932), Roy (1942) et Samuelson (1947) ; Shephard (1953) apporte un premier traitement complet de la dualité entre fonction de production et fonction de coût. Des approfondissements ultérieurs sont fournis par Uzawa (1964), Shephard (1970) et Diewert (1971). Fuss et Mac Fadden (1978) ont enfin rassemblé une série de travaux théoriques et empiriques sur la dualité : un ouvrage collectif qui confirmera la pertinence de l'approche duale dans sa finalité économétrique.

Néanmoins, la "lecture duale" de la technologie, au travers d'une hypothèse de comportement, nous rend tributaire de la plus ou bonne adéquation de cette hypothèse au processus exact d'optimisation du producteur : ceci demeure la principale hypothèque rattachée à l'applicabilité théorique de l'approche duale et qu'il convient d'expliciter.

Si l'on considère, en effet, la théorie néo-classique comme l'exploitation systématique des implications de l'hypothèse de rationalité de l'homo economicus (Laffont, 1985, p. 7), l'approche duale est en quelque sorte "hyper-néoclassique" dans la mesure où l'hypothèse de rationalité (ici un comportement d'optimisation) précède et oriente l'observation de l'acteur économique (en termes de choix techniques adoptés). En second lieu, s'il importe de choisir une hypothèse de comportement qui se rapproche le plus possible du processus exact d'optimisation du producteur, le souci d'évaluation des politiques de régulation par les prix agricoles conduit rapidement à raisonner en termes de courbes d'offre et, par voie de conséquence, à opter pour la maximisation du profit. Il semble opportun d'adopter, en première analyse, une hypothèse moins restrictive mais qui est emboîtée dans la précédente, consistant à minimiser le coût des facteurs variables (Vermersch, 1989a) ; ce choix permet en outre de déduire une estimation des économies d'échelle potentielles qui peut, dans certains cas, invalider l'hypothèse de maximisation du profit. La gamme des comportements possibles est, à l'évidence, très étendue ; aussi, dans un souci d'évaluation des mesures de politique agricole, n'y a-t-il pas lieu, au préalable, d'identifier plus précisément les différents types de comportement ? cette remarque rejoint un autre aspect de la rigidité de la formulation duale de la technologie, à savoir l'unicité du comportement pour l'ensemble des observations. Au-delà d'une modélisation TOBIT qui permet d'assouplir cette unicité (Vermersch, 1989b), l'approche non-paramétrique en analyse de la production, développée

[3] Comme le souligne Guesnerie (1980), une propriété mathématique importante des ensembles convexes est que la connaissance de leur fonction de support fournit une information exhaustive sur ces ensembles.

notamment par Varian (1984), constitue une alternative à la rigidité précédente[4].

Retenons de tout cela qu'impérativement, l'hypothèque comportementale est appelée à conduire la progression d'une modélisation microéconométrique. L'admissibilité théorique de l'approche duale demeure néanmoins dans la mesure où les différentes hypothèses ensemblistes adoptées (cf. Annexe) n'infirment pas sensiblement la généralité de la réalité agricole. Il s'agit d'extraire maintenant, sous une forme mesurable, l'information sur la technologie fournie par la fonction d'objectif.

3. Mesures duales de la technologie et du déséquilibre

La distribution des facteurs, les possibilités de rendements d'échelle, les substitutions factorielles, les propriétés de séparabilité, le progrès technique sont autant d'informations sur la technologie nécessaires pour mener à bien une analyse des structures de production.

A cet effet, le lemme de Shephard-Hotelling (cf. Annexe) apparaît souvent comme l'élément central de l'approche duale : il permet de dériver les différentes demandes de facteurs ou offres de produit à partir de la fonction d'objectif. Ce lemme est, par ailleurs, étroitement relié à la propriété de différentiabilité de la fonction de coût : cette dernière étant supposée deux fois différentiable par rapport aux prix des facteurs, l'analyse de la distribution des facteurs et de leur substitution est alors possible. Cependant, si la différentiabilité première de la fonction de coût peut être considérée quasi généralement comme une propriété de celle-ci, la différentiabilité seconde requiert des hypothèses de différentiabilité seconde sur la frontière de production ; par conséquent, l'obtention de concepts mesurables sur la technologie au travers de l'approche duale nécessite des hypothèses qui, dans certains cas, peuvent infirmer la réalité économique observée[5]. Cet écueil, rarement soulevé dans les applications empiriques, se rencontre également dans l'analyse du déséquilibre factoriel où le double schéma dual et différentiel est également requis.

De manière générale, l'hypothèse de flexibilité de l'ensemble des facteurs de production nécessite d'être affaiblie, tout particulièrement dans le secteur agricole. C'est le cas notamment du travail familial dont la rigidité, dans une période d'observation de court terme, peut se renforcer aujourd'hui par un taux de chômage élevé dans les autres secteurs de l'économie. La prise en compte d'une telle fixité conduit à définir une fonction d'objectif restreint munie de diverses propriétés par rapport aux quantités fixées (cf. Annexe). De nouvelles hypothèses de différentiabilité permettent alors de dériver la notion de prix dual du facteur fixe : comparé au prix observé de ce même facteur, ceci nous fournit une mesure du déséquilibre factoriel relativement à une situation d'équilibre de long terme ; moyennant ces mêmes hypothèses, la détermination de nouvelles situations d'équilibre, correspondant chacune à une hypothèse de comportement, est également possible : nous avons appliqué

---

[4] Cette approche, dérivée des travaux sur la préférence révélée en théorie de la consommation, permet de tester si un ensemble de données relatives à l'offre ou à la demande des entreprises est cohérent avec les hypothèses de minimisation du coût, voire de maximisation du profit.

[5] à titre d'exemple, Mittelhammer, Matulich et Bushaw (1981) examinent comment l'hypothèse de différentiabilité de la fonction de transformation affecte la généralité de la technologie.

cette procédure au cas de deux facteurs fixes (Guyomard et Vermersch, 1989). A ce niveau de présentation, il apparaît opportun de rappeler le véritable résultat central de l'approche duale en théorie de la production : la fonction d'objectif, issue de l'adoption d'une hypothèse de comportement, contient toute l'information relative aux choix techniques possibles sous cette même hypothèse. La tentation est grande cependant de vouloir inférer une information quelque peu extérieure au sous-ensemble de l'ensemble de production sur lequel s'est faite l'optimisation. Autrement dit, il s'agit de s'intéresser aux propriétés de la fonction d'objectif restreint par rapport aux quantités fixées sans établir initialement un cadre hypothétique rigoureux d'analyse. La mesure des prix duaux des économies d'échelle, l'inférence de nouvelles situations d'équilibre procèdent ainsi d'une approche qui outrepasse quelque peu les possibilités de description de la technologie au travers d'une lecture duale. Ce constat, de nature théorique, se concrétise parfois sur le plan de l'application économétrique[6] : cette dernière n'en révèle pas moins une réelle pertinence de l'approche duale.

4. Du modèle dual théorique au modèle économétrique

L'application de la théorie de la dualité s'est justifiée initialement par son applicabilité économétrique. En effet, l'approche primale s'est trouvée limitée du fait qu'une estimation économétrique correcte des paramètres de la fonction de production requiert la prise en compte de l'ensemble des relations économiques qui expliquent la détermination conjointe des facteurs et des produits (Malinvaud, 1978, p. 683), autrement dit en intégrant l'hypothèse de comportement du producteur. Ainsi, c'est Nerlove (1963) qui, le premier, a mis en évidence, la pertinence de l'approche duale dans son applicabilité économétrique par l'estimation du coût de production en fonction des seules variables exogènes du modèle.

Ceci étant, la transition entre le modèle théorique et le modèle économétrique s'effectue principalement à deux niveaux. Il nous faut tout d'abord spécifier une forme fonctionnelle pour la fonction d'objectif à estimer : rappelons à ce propos la concomitance du développement des études fondées sur une approche duale avec l'émergence des formes fonctionnelles flexibles qui autorisent une large gamme de substitutions factorielles. En second lieu, l'apport d'une spécification stochastique au modèle théorique établit un lien avec la réalité observée ; sur le terrain de cette spécification, il s'y joue l'objet même de la statistique mathématique, à savoir juger l'adéquation du modèle à la réalité. Pour cela, comment cette spécification stochastique peut-elle assurer une continuité entre le modèle et la réalité observée ?

Dans la plupart des études économétriques fondées sur l'approche duale en théorie de la production, la spécification stochastique consiste simplement à ajouter aux équations de comportement, un terme d'erreur qui suit généralement une loi normale. Cette approche appelle essentiellement deux remarques : en premier lieu, la référence à la théorie économique ou à la réalité observée est généralement peu explicite ; d'autre part, la nette dissociation entre la formalisation déterministe du modèle et la spécification

[6] Nous pouvons citer, à ces propos, l'obtention de prix duaux négatifs qui, s'ils étaient acceptés, invalideraient l'hypothèse de libre-disposition des biens.

stochastique infirme sensiblement la cohérence fonctionnelle du modèle. la spécification stochastique classique ne révèle pas, à titre d'exemple, les relations fonctionnelles exactes entre les termes d'erreurs des parts de facteurs et celui de la fonction de coût. Nous sommes ainsi conviés à porter notre attention sur deux points : d'une part, le positionnement de la spécification stochastique entre ses deux références : la réalité et la théorie économique ; d'autre part, est-il possible d'assurer une spécification stochastique cohérente avec le modèle de comportement ?

Sur ce premier point, certains auteurs tels que Lau dans son commentaire sur l'article de Diewert (1974), n'ont pas manqué de souligner le caractère peu rigoureux d'une spécification stochastique classique, celle-ci n'étant pas soumise, par exemple, à la rationalité économique intrinsèque du modèle. Ce constat porte en germe le souci de développer une théorie économique explicite des perturbations stochastiques, plus ou moins en référence à la théorie économique du modèle. Une telle théorie s'est en fait initialement développée à partir des travaux sur les modèles frontières[7] ; Dans ces modèles, l'interprétation économique des erreurs se fait principalement en termes d'inefficacités techniques ou allocatives. la spécification stochastique associée à l'estimation de fonctions frontières, se réfère ainsi directement à la théorie économique. Le point de vue adopté dans cette étude se différencie du précédent dans la mesure où la réalité économique observée constitue le référentiel de la spécification stochastique ; autrement dit, sur le terrain de cette spécification, le caractère approximatif de la théorie, et en particulier de l'hypothèse de comportement, infirme toute tentative de traduction des erreurs en termes d'inefficacités économiques. Cette approche s'apparente au point de vue de Stigler (1976) selon lequel les inefficacités observées ne sont qu'apparentes et reflètent davantage l'ignorance de l'économètre quant au processus exact d'optimisation.

Les travaux récents de Mac Elroy (1987) concilient l'approche précédente et le souci d'une cohérence fonctionnelle, au sein du modèle, de la spécification stochastique, ce qui constitue notre deuxième point d'attention. Le modèle proposé par Mac Elroy, traite effectivement la spécification stochastique comme une part intrinsèque de la spécification du modèle de production, la cohérence fonctionnelle étant alors particulièrement manifeste dans la correspondance entre les spécifications stochastiques primale et duale du programme d'optimisation.

Le modèle de Mac Elroy permet ainsi d'étendre les relations de dualité dans une dimension stochastique ; Guyomard et Vermersch (1988). proposent une application de ce modèle sur données individuelles.

Nous nous proposons dans la partie suivante de montrer sur un exemple simple comment les produits d'estimation, issus d'une approche duale et économétrique, permettent d'éclairer les effets potentiels de diverses politiques agricoles.

[7] Førsund, Lovell et Schmidt (1980) proposent une revue de la littérature sur le sujet.

5. Evaluations de différentes politiques économiques dans le cadre d'une approche duale

5.1. Efficacité d'une taxation des engrais

Malgré sa vocation aujourd'hui réaffirmée de gardienne de l'environnement, l'agriculture est responsable d'une certaine dégradation des ressources naturelles. Plus précisément, les mouvements récents d'intensification et de spécialisation des systèmes de production ont largement contribué à la création d'effets externes négatifs. Une illustration du lien entre intensification de l'agriculture et qualité du milieu naturel est fourni par la dégradation des eaux potables en raison d'un excès de nitrates.

Dans un tel cas de figure, une politique de préservation de l'environnement peut s'appuyer utilement sur des éléments d'analyse économique : l'agriculture considérée comme une activité économique potentiellement préjudiciable, pourrait être soumise à des contraintes et contrôles publics raisonnables, dans le souci d'éviter une détérioration du milieu naturel. En considérant le milieu naturel comme un bien public, il s'agit de développer un cadre théorique dérivé de l'économie du bien-être collectif. Les politiques économiques qui en résultent sont inspirées des principaux résultats de la théorie des effets externes et s'apparentent à des mesures telles que l'imposition des taxes, l'attribution de subventions, la création de marchés de droits de pollution, ...

Ainsi, Mahé et Rainelli (1987) situent l'origine de l'effet externe négatif dans le processus d'intensification agricole défini en première analyse comme l'accroissement du rapport entre d'une part, le travail, le capital et les consommations intermédiaires et, d'autre part, la terre[8]. Le niveau d'intensification est donc une caractéristique de la combinaison productive ; dans une lecture duale, ce niveau est fonction du comportement économique du producteur, de l'environnement économique (au travers du rapport des prix) et du progrès technique. Les mesures d'internalisation auront alors un objectif d'ajuster le niveau d'intensification observé à un niveau socialement optimal qui prenne en compte la fonction de dommage de la collectivité. Autrement dit, il s'agit de "contrôler l'évolution de la combinaison productive, évolution dictée initialement et principalement par le comportement du producteur, l'environnement économique et l'adoption de progrès technique.

Dans le modèle de Mahé et Rainelli (1987), le niveau d'intensification est formalisé en première analyse par le rapport entre l'ensemble des facteurs de production hors foncier et la terre. Ce niveau est l'argument majeur de la fonction de dommage ; un des objectifs d'une politique de préservation de l'environnement consiste à faire diminuer, ou du moins limiter, le niveau d'intensification. A cet effet, le prix des engrais azotés constitue une variable de commande : l'évaluation d'une politique de taxation des engrais peut donc être appréciée au travers des élasticités-prix relatives aux engrais. le premier type de résultat relève d'une analyse de court terme, le travail familial et la terre étant supposés fixes. Le tableau 5.1 reprend les différentes élasticités-prix relatives à une variation du prix de l'engrais et

[8] Le concept d'intensification peut être défini par rapport à n'importe quel facteur (Bonnieux, 1986b).

qui ont été calculées dans le cadre des systèmes céréaliers (Vermersch, 1989a).

Tableau 5.1. Elasticités-prix de court terme relatives au prix de l'engrais

	engrais	carburants	capital	travail salarié
chapitre IV : un produit, avec travail salarié	- 0,230	0,628	0,173	- 0,135
chapitre V : un produit, sans travail salarié	- 0,283	0,532	0,150	-
chapitre VI : trois produits, sans travail salarié	- 0,287	0,597	0,156	-

La stabilité des élasticités-prix propres obtenues est remarquable ; cependant, la demande d'engrais n'est pas très sensible à son prix : une augmentation de 10 % du prix de l'engrais aurait pour effet une baisse de la demande comprise entre 2 et 3 %. Cet effet s'inscrit dans un contexte de court terme où la terre et le travail familial ne peuvent s'ajuster ; il s'accompagne de mouvements de substitution en faveur des carburants et du capital, des mouvements qui se traduisent par une augmentation de passages de machines avec un fractionnement des apports, en supposant une certaine disponibilité de la main-d'oeuvre. En résumé, l'effet-prix d'une taxation des engrais s'avère peu efficace en termes de désintensification du fait d'une quasi-fixité d'autres facteurs. Il peut constituer cependant un stimulus pour exploiter des gains d'efficacité technique (techniques de fractionnement des apports).

Le modèle TOBIT relève d'une analyse de moyen terme puisque l'allocation de travail est supposée optimale. Le tableau 5.2 reprend les différentes élasticités calculées.

Tableau 5.2 Elasticités-prix relatives au prix de l'engrais - modèle TOBIT.

	engrais	carburants	capital	travail salarié
chapitre V : un produit (NS)	- 0,438	0,473	0,078	- 0,202
chapitre V : un produit (NFNS)	- 0,394	0,494	0,075	0,430

Par comparaison avec le tableau précédent, l'effet prix propre est plus marqué, ce qui confirme la logique du principe de Le Châtelier-Samuelson. Les valeurs calculées (une taxe de 10 % sur les engrais entraînerait une baisse de la demande entre 4 et 4,4 %) sont tout à fait proches d'autres analyses (Bonnieux et Rainelli, 1988). Si la relation de substituabilité avec le capital

n'est pas significative, celles avec les carburants et le travail demeurent sensibles ; elles peuvent traduire un retour à une fertilisation organique plus importante (apports de fumier et lisier qui nécessitent techniquement un surcroît de carburants et de travail.

L'inférence des niveaux de long terme, pour ce qui concerne le travail familial et la terre, permet d'apprécier les mouvements de désintensification induits conjointement par une baisse de la consommation d'engrais et une augmentation corrélative de surfaces agricoles utilisées. Le tableau 5.3 rappelle les différentes élasticités-prix de long terme relatives au prix de l'engrais.

Tableau 5.3 Elasticités-prix de long terme relatives au prix de l'engrais

	engrais	carburants	capital	travail	terre
(1) chapitre IV : un produit : travail fixe	- 0,630	0,228	- 0,220	-	0,054
(2) chapitre IV : un produit, sans fixité	- 0,521	0,256	- 0,119	0,940	0,045
(3) chapitre IV : un produit, sans fixité ; terre et travail supposés optimaux	- 0,634	0,307	- 0,022	0,047	1,025
chapitre VI : trois produits sans fixité ; terre et travail supposés optimaux	- 0,646	0,238	- 0,203	0,324	0,119

Les effets-prix propres sont ici supérieurs (en valeur absolue) aux précédents, ce qui confirme une nouvelle fois le principe de Le Châtelier-Samuelson[9]. En conséquence, une taxation des fertilisants azotés influerait d'autant plus sur la demande que l'ensemble des facteurs s'ajusterait à leur niveau optimal. Dans le long terme également, le capital et les engrais apparaissent complémentaires, un phénomène corollaire au processus d'extensification : ce dernier est traduit par la relation de substituabilité entre les engrais et la terre. Ainsi, si l'on définit en première approximation le niveau d'intensification comme le rapport $i = (X_E / SAU)$,
où X_E désigne la quantité d'engrais et SAU la terre.

Une variation dp_E du prix de l'engrais aura pour effet moyen, toutes choses égales par ailleurs :

$$(d \text{ Log } i / d \text{ Log } p_E) = (d \text{ Log } X_E / d \text{ Log } p_E) - (d \text{ Log SAU} / d \text{ Log } p_E)$$

Comme application numérique, si l'on prend le modèle (3), une variation à la hausse de 10 % des intrants azotés aurait pour conséquence une diminution de 16,6 % du niveau d'intensification. Comme le montrent les élasticités-prix croisées (terre-engrais) pour les modèles (1) et (2), l'effet

[9] Rappelons que la comparaison des élasticités-prix de court et long terme selon le principe de Le Châtelier-Samuelson nécessite que l'on soit du même point d'approximation.

d'extensification sera moindre si l'on se trouve initialement à l'optimum hicksien de long terme.

En conclusion, une taxation des engrais dans le cadre d'une politique environnementaliste serait d'autant plus efficace que l'ensemble des facteurs s'ajusterait. Le cadre d'analyse des effets de long terme met en évidence deux effets "désintensifiants" :
- un effet direct sur la demande d'engrais,
- un effet indirect de substitution avec la terre.

D'une manière analogue, il apparaît possible de commenter d'autres mesures de politique agricole. Ainsi, la présence d'économies d'échelle induirait une relative inefficacité d'une politique de régulation de l'offre céréalière par les prix, du moins, pour certaines classes de surface. L'instauration d'un gel des terres tendrait quant à elle à amplifier l'inefficacité allocative de ce facteur.

5.2. Economies d'envergure et conditions d'une nouvelle symbiose entre culture et élevage

Si l'incitation à une diversification des productions constitue un moyen de régulation de l'excédent céréal ier, cette diversification est parfois également souhaitée dans le cadre de considérations environnementalistes. En effet, les productions animales étaient traditionnellement intégrées à l'agriculture générale ; le lien entre culture et élevage se caractérisait notamment par la disponibilité d'aliments du bétail produits sur l'exploitation et par l'utilisation des déjections animales pour la fertilisation organique. L'évolution économique en termes de rapports de prix, les dotations en facteurs pédoclimatiques et le progrès technique ont tôt fait de dissocier culture et élevage, deux activités naturellement jointes au niveau principalement du facteur terre. Cette dissociation s'est accompagnée d'un phénomène d'intensification qui a rompu les dépendances entre cultures et élevage, et qui s'est avéré préjudiciable, comme nous l'avons souligné, pour le facteur terre.

Si l'on peut admettre, en première analyse, qu'une réintégration de l'élevage dans le cadre de l'agriculture générale, pourrait avoir des effets désintensifiants, il apparaît aussi qu'une diversification des productions, marquée par la réintégration précédente, serait à la fois cohérente en termes de régulation de l'offre céréalière et de préservation de l'environnement.

L'approche duale en théorie de la production explicite clairement comment l'environnement économique infléchit la combinaison productive adoptée. Plus précisément, les facteurs structurels et l'adoption de progrès technique contribuent fortement à une spécialisation des systèmes de production. Cette non-incitation à la diversification se caractérise en particulier par l'absence d'économies d'envergure. Les calculs menés antérieurement (Vermersch 1989a) et repris dans le tableau 7.4 montrent que la diversification des productions au sein d'une même exploitation n'est pas justifiée écoomiquement, du moins à court terme.

Tableau 7.4. Mesure des économies d'envergure dans le cas de trois produits

mesure	valeur
$ECEP_1$	- 0,78
$ECEp_2$	- 0,41
$ECEp_3$	- 0,77
$ECEp_4$	- 0,04

p_i, i = 1, 2, 3, 4 désigne les quatre partitions suivantes :

p_1 = [1, 2, 3] 1 : céréales
p_2 = [(1, 2), (3)] 2 : oléagineux
p_3 = [(1), (2, 3)]
p_4 = [(1, 3), 2] 3 : cultures fourragères + productions animales

Ainsi P_1 correspond à la production séparée des trois produits.

Ces calculs, constituent une première approche et nécessitent d'être confirmés sur d'autres années et d'autres systèmes. Notre propos ici est de considérer seulement, à partir de la mesure des économies d'envergure, de nouvelles perspectives d'analyses dans le cadre d'une politique de préservation de l'environnement.

Pour ce faire, rappelons l'expression analytique du concept précédent dans le cas d'une fonction de coût restreint avec deux productions (1 : végétales, 2 : animales) :

$$ECE_{1,2} = [CR(p_x,y_1,0,z) + CR(p_x,0,y_2,z) - CR(p_x,y_1,y_2,z)]/CR(p_x,y_1,y_2,z)$$

(a) La première étape de l'analyse consisterait à effectuer des mesures $ECE_{1,2}$ sur des OTEX mixtes associant cultures végétales et élevage (OTEX 71, 72, 810, 819, 82, cf. tableau 1.3, paragraphe 1.1.1).

(b) Dans le cas, d'une situation de déséconomies d'envergure, une politique de préservation de l'environnement se traduirait alors par une incitation à une intégration plus poussée de l'agriculture et de l'élevage avec, corrélativement, des effets désintensifiants. pour ce faire, il nous faut analyser les variations de la fonction $ECE_{1,2}$ par rapprot aux variables p_x,y_1,y_2 et z, celles-ci pouvant constituer alors autant de variables de commande d'une politique tendant à rendre positif la mesure $ECE_{1,2}$. L'effet précédent peut être illustré par l'instauration d'une prime à l'incorporation de céréales autoproduites dans la ration animale.

Le divorce est, en réalité, plus prononcé entre les céréales et l'élevage du fait notamment d'un écart de prix grandissant entre céréales et produits de substitutions aux céréales (P.S.C.)[10] ; ces derniers, importés à bas prix excluent les céréales de la ration animale et contribuent à renforcer la compétitivité de l'industrie de l'alimentation animale par rapport à la fabrication d'aliments à la ferme.

Il apparaît donc la nécessité d'une nouvelle hiérarchie des prix pour faire réémerger des économies d'envergure potentielles, autrement dit pour

[10] Il s'agit notamment de tourteaux de soja, manioc, corn gluten feed, mélasses, sons.

revaloriser certaines associations originelles entre cultures et élevages. Si cet objectif s'avère difficilement atteignable, il convient de noter cependant que cette nouvelle hiérarchie des prix est également souhaitée dans la poursuite des objectifs d'emploi, de reconquête du marché intérieur et de réduction des problèmes budgétaires de la PAC (Mahé et al., 1984).

(c) le passage d'une situation de déséconomies à une situation d'écçonomies d'envergure demeure ambitieux et, a priori, difficilement réalisable. Ce constat n'enlève pas cependant toute pertinence d'une mesure $ECE_{1,2}$; en effet, l'intégration d'activités culturales et d'élevage pourrait être obtenue de manière réglementaire par institution d'un certain rapport de productions, y_1/y_2, auquel l'exploitation agricole serait soumise. Il s'agirait, par exemple de disposer d'une surface minimale d'épandage pour les déjections animales provenant d'une activité porcine[11] ; de manière analogue, il pourrait être institué un certain rapport entre fertilisation azotée organique (fumier, lisier) et minérale (engrais azotés). le rapport effectif entre productions animales et végétales se traduira par une situation de déséconomies d'envergure dont la mesure, $ECE_{1,2}$, peut traduire en fait un coût d'internalisation ; ce dernier pouvant alors servir de base à) un calcul de subventions à l'intégration effective des activités culturales et d'élevage.

(d) Il convient enfin d'effectuer des mesures d'économies d'envergure en incluant la rémunération de la terre et du travail familial. En outre, la détermination des niveaux hicksiens pour les deux facteurs précédents permettrait de définir une mesure des économies d'envergure de long terme.

6. Conclusion

La disponibilité actuellement croissante de données individuelles devrait se conjuguer davantage avec la nécessité accrue d'analyse des politiques agricoles récemment mises en oeuvre. Certes, ces analyses ne sont pas exemptes de limites : l'approche duale ici considérée révèle ses principales faiblesses au travers de deux hypothèses fortes : identité des technologies et même comportement d'optimisation de tous les entrepreneurs. La prise en compte d'une fixité pour certains facteurs de même que l'approche non paramétrique permettent néanmoins d'assouplir les rigidités précédentes.

De manière générale, une modélisation de type dual concourt à des interactions entre le modèle déterministe, la spécification stochastique et l'analyse des effets des politiques à partir du modèle. Ces effets de feed-back ont induit des approfondissements : assouplissement de l'hypothèse de comportement dans le cadre d'un modèle TOBIT, application d'une spécification stochastique qui n'infirme pas la cohérence fonctionnelle du modèle dual. Dans cette même logique d'interactions, ces efforts demandent à être poursuivis, notamment dans le sens d'une meilleure spécification de l'hypothèse de comportement. La minimisation du coût des facteurs variables a été validée, du moins relativement à la maximisation du profit. De manière analogue, il serait souhaitable de la tester vis-à-vis d'hypothèses moins restrictives sur le plan de l'efficacité technique ou allocative mais peut-être plus stochastiques. Cet élargissement peut se référer à des techniques

[11] C'est le cas aujourd'hui aux Pays-Bas ou en france quand il y a création d'unités d'élevages intensifs d'une certaine taille.

économétriques (tests d'exogénéité, estimation de fonctions frontières) et amène à expliciter le lien entre la théorie économique et la spécification stochastique. Plus généralement, une plus grande pertinence des effets des politiques agricoles ne serait-elle pas obtenue au prix d'une meilleure représentation des comportements des producteurs et de leur diversité ?

D'autres perspectives sont issues directement de l'étude. L'estimation du modèle sur des orientations technico-économiques autres que céréalières permettrait d'affiner la spécification et d'éclairer d'autres problématiques agricoles (effets de l'imposition des quotas laitiers, internalisation des effets externes concernant l'élevage hors-sol). La prise en compte d'un aspect dynamique, au travers par exemple d'une économétrie de données de panel, serait également pertinente pour rendre compte, par exemple, des modalités d'adoption du progrès technique ou pour apprécier les effets individuels. Par ailleurs, l'imposition de contraintes de convexité par rapport aux facteurs quasi-fixes contribuerait à une détermination plus fine des équilibres de long terme. il apparaît enfin souhaitable que l'effet de feed-back porte également sur la structure même des données du RICA. Une meilleure compréhension du fonctionnement microéconomique des exploitations agricoles, objectif majeur assigné au RICA, doit passer par une étape de modélisation. celle-ci se heurte à des données élaborées surtout en vue d'une analyse comptable. L'intégration des deux démarches (descriptive et de modélisation) est pourtant nécessaire. Nous espérons qu'elle se réalisera davantage sur le terrain et se concrétisera sous la forme d'une base de données mieux adaptées à la recherche économique.

ANNEXE

LA FONCTION DE COÛT RESTREINT: SUPPORT DUAL DE LA TECHNOLOGIE

Sous un corps d'hypothèses relativement peu contraignantes, l'aproche duale, en théorie de la production, permet de décrire par la seule connaissance de la fonction d'objectif, la technologie utilisée par le producteur. Cette fonction fournit, en outre, une information mesurable sur le déséquilibre induit par la fixité de certains facteurs.

Désignons par T l'ensemble des plans de production techniquement possibles pour une entreprise agricole. Soit $t = (x, y, z)$ un élément de T ; $x = (x_1, \ldots x_n)$ représente le vecteur des facteurs variables ; $y = (y_1, \ldots y_M)$ désigne le vecteur des produits ; $z = (z_{n+1}, \ldots z_N)$ représente le vecteur des facteurs fixes. x et z sont disponibles aux prix $p_x > 0$ et $p_z > 0$. Nous associons à T les hypothèses suivantes :

[T1] T est fermé et non-vide.
[T2] si $y \neq 0$, alors $x \neq 0$ ou $z \neq 0$.
[T3] $\forall (x, y, z) \in T$, si $x < \infty$ et $z < \infty$, alors $y < \infty$.
[T4] $\forall (x, y, z) \in T$, soit (x', y', z') tel que : $x' \geq x$, $y' \leq y$, $z' \geq z$, alors $(x', y', z') \in T$ (libre-disposition).
[T5] $X(y) = \left[(x, z) ; (x, y, z) \in T\right]$ est strictement convexe.

Nous supposons, à titre d'exemple, que le producteur minimise le coût associé aux facteurs variables en vue d'obtenir y,

conditionnellement à la disponibilité des facteurs fixes z :

$$\begin{cases} \underset{x}{\text{Min}}\ p'_x \cdot x \\ (x,\ z) \in X(y) \end{cases} \qquad [1]$$

[T1] assure l'existence de solutions pour [1] ce qui amène à définir la fonction de coût restreint :

$$CR(p_x,\ y,\ z) = \underset{x}{\text{Min}} \left[p'_x \cdot x \ ;\ x \in X(y,\ z) \right]$$

Celle-ci est non-négative, non-décroissante, linéaire homogène, concave et continue en p_x (Diewert, 1982). Elle permet, par ailleurs, de décrire de manière exhaustive la technologie hicksienne de court terme utilisée ; autrement dit :

$$\left[x \geq 0 \ ;\ p'_x.x \geq CR(p_x,\ y,\ z),\ p_x > 0 \right] \equiv \left[x \ ;\ (x,\ y,\ z) \in T \right] \qquad [2]$$

Cette égalité traduit la dualité restreinte existant entre T et la fonction de coût ; elle nécessite l'hypothèse [T5] de convexité dont le caractère strict implique que $CR(p_x,\ y,\ z)$ est continûment différentiable par rapport aux prix des facteurs. Cette propriété permet, en quelque sorte, d'extraire sous une forme mesurable l'information sur la technologie détenue par $CR(p_x,\ y,\ z)$ et cela au travers tout d'abord du lemme de Shephard :

$$(\partial\, CR\ /\ \partial\, p_i) = \bar{x}_i\ (p_x,\ y,\ z) \qquad i = 1,\ \ldots\ n$$

$\bar{x}_i$ étant la solution pour le facteur i de [1].

La double différentiabilité de $CR(p_x,\ y,\ z)$ par rapport à p_x, y et z, nécessite des hypothèses de différentiabilité sur la

frontière de production (Mac Fadden, 1978 ; Guesnerie, 1980). Leur adoption fournit d'autres mesures sur la technologie (économies d'échelle, élasticités de substitution) mais également sur le déséquilibre factoriel.

En vue d'aborder ce dernier point, rappelons tout d'abord que, sous l'hypothèse [T4] de libre-disposition des biens, CR (p_x, y, z) est non-croissante. De plus, sous [T5], cette même fonction est convexe et continue en z (Diewert, 1973). Posons alors en tout point (p_x, y, z) :

$$\bar{p}_h = - \left[\partial CR / \partial z_h \right] \qquad h = n+1, \ldots N \qquad [3]$$

$\bar{p}_z = (\bar{p}_{n+1}, \ldots \bar{p}_N)$ est le vecteur des prix duaux des facteurs fixes ; CR(p_x, y, z) étant non-croissante en z, $\bar{p}_h$ est positive ou nulle et représente la diminution marginale du coût restreint consécutive à un accroissement marginal de la quantité de facteur fixe z_h. Par ailleurs, sur le sentier d'expansion global correspondant à la minimisation de l'ensemble des facteurs x et z, le vecteur des prix duaux s'identifie au vecteur-prix observé p_z. En effet, la fonction de coût total associée, CT(p_x, y, p_z) est reliée à CR(p_x, y, z) par l'égalité suivante :

$$CT(p_x, y, p_z) = CR(p_x, y, z^*) + p_z' \cdot z^* \qquad [4]$$

$z^* = (z^*_{n+1}, \ldots z^*_N)$ désignant la solution pour z du programme de minimisation de l'ensemble des facteurs.

Par dérivation de [4], il vient :

$$0 = [\partial CR / \partial z_h] + p_h \qquad h = n+1, \ldots N$$

d'où, en substituant [3] :

$$\bar{p}_h(p_x, y, z^*) = p_h \qquad h = n+1, \ldots N \qquad [5]$$

L'expression [5] constitue un système de N-n équations dont la résolution détermine les niveaux optimaux de long terme z_h^*.

A l'inverse, un écart entre $\bar{p}_h$ et p_h caractérise un déséquilibre factoriel. Considérons, à titre d'illustration, le cas d'un seul facteur fixe z_h et supposons que l'on observe :

$$\bar{p}_h (p_x, y, z) < p_h$$

ce qui est équivalent, d'après [3] et [5] à :

$$\left[\partial CR(p_x, y, z_h) / \partial z_h\right] > \left[\partial CR (p_x, y, z_h^*) / \partial z_h\right] \qquad [6]$$

$CR(p_x, y, z_h)$ est convexe en z_h ; $[\partial CR / \partial z_h]$ est donc croissante en z_h, d'où d'après [6] :

$$z_h > z_h^*$$

Par conséquent, un prix dual du facteur fixe z_h inférieur au prix observé p_h traduit un excès de ce facteur relativement à une situation d'équilibre de long terme. La connaissance de la fonction de coût restreint, sous le corps d'hypothèses T1 à T5, suffit à préciser le déséquilibre factoriel et à déterminer les niveaux optimaux z_h^* ; de plus, les relations entre matrices hessiennes de $CR(p_x, y, z)$ et $CT(p_x, y, p_z)$, établies par Lau (1976), permettent de caractériser également les relations factorielles dans le long terme.

BIBLIOGRAPHIE

BLAUG M. (1981), La pensée économique : origine et développement. Paris, *Economica*, 851 p.

BONNIEUX F. (1986a), Etude économétrique des disparités de l'agriculture française sur la base de données départementales. INRA, Economie et Sociologie Rurales - Rennes, 401 p.

BONNIEUX F. (1986b), Approche économique de l'intensification. *Economie Rurale*, n° 171, p. 9-15.

BONNIEUX F., RAINELLI P. (1988), Agricultural Policy and Environment in developed countries. *European Review of Agricultural Economics*, vol. 15-2/3, p. 263-281.

DIEWERT W.-E. (1971), An application of the shephard duality theorem : a generalized Leontief production function. *Journal of Political Economy*, vol. 79, p. 481-507.

DIEWERT W.-E. (1973), Functional forms for profit and transformation functions. *Journal of Economic Theory*, vol. 6, p. 284-316.

DIEWERT W.-E. (1974), Applications of duality theory in Intriligator and Kendrick, eds. : Frontiers of quantitative Economics, North-Holland, vol. II, p. 106-206.

DIEWERT W.-E. (1982), Duality approaches to microeconomic theory in Arrow, Intriligator, (ed), chapitre 12.

FØRSUND F.-R., LOVELL C.-A., SCHMIDT P. (1980), A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics*, vol. 13, p. 5-25.

FUSS M., Mc FADDEN D. (1978), Production economics : a dual approach to theory and applications. North Holland Publishing Company, 2 vol. 482 p. + 338 p..

GUESNERIE R. (1980), Modèles de l'économie publique. CNRS.

GUYOMARD H. (1988), Investissement et choix techniques du secteur agricole français. Etude économétrique. Thèse, Université de Rennes I, 429 p.

GUYOMARD H., VERMERSCH D. (1989), Derivation of long run factor demands from short run responses. *Agricultural Economics*, 3-89.

HOTELLING H. (1932), Edgeworth's taxation paradox and the nature of demand and supply functions. *Journal of Political Economy*, vol. 40, n° 5, p. 577-616.

LAFFONT J.-J. (1985), Cours de théorie microéconomique, vol. II, Economie de l'incertain et de l'information. Paris, *Economica*, 201 p.

LAU L.-J. (1976), A characterization of the normalized restricted profit function". *Journal of Economic Theory*, vol. 12, n°1, p. 131-163.

Mc ELROY M.-B. (1987), Additive General Error Models for Production, Cost and derived. Demand or share systems. *Journal of Political Economy*, vol. 95, n° 4, p. 737-757.

Mc FADDEN D.-L. (1978), Cost, revenue and profit functions, in : M. FUSS and D.L. Mc Fadden,(eds.) Production economics : A dual approach to theory and applications (North-Holland, Amsterdam) p. 3-109.

MAHE L., ALBECKER C., LEFEBVRE C. et al. (1983), Une représentation macroéconomique de l'agriculture française : MAALT (projections 1990 et variantes). *Economie Rurale*, n° 157, p. 67-81.

MAHE L.-P., RAINELLI P. (1987), Impact des pratiques et des politiques agricoles sur l'environnement. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*, n° 4, p. 9-31.

MALINVAUD E. (1978), Méthodes statistiques de l'économétrie. Dunod, Paris, 3è édition, 846 p.

MILLERON J.-C. (1987), Editorial pour le n° 50 des documents de travail de la Direction de la Prévision. Direction de la Prévision, document de travail, 87-6

MITTELHAMMER R.-C., MATULICH S.-C., BUSHAW D. (1981), On implicit forms of Multiproduct-Multifactor Production Functions. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 63, p. 164-168.

NERLOVE M. (1963), Returns to scale in Electricity Supply in Y. Grunfeld (1963).

ROY R. (1942), De l'utilité : contribution à la théorie des choix. Paris, Hermann.

SAMUELSON P.-A. (1947), Foundations of Economic Analysis. Cambridge, MA : Harvard University Press.

SHEPHARD R.-W. (1953), Cost and Production Functions. Princeton, NJ.

SHEPHARD R.-W. (1970), Theory of cost and production functions. Princeton University Press, Princeton NJ.

STIGLER G.-J. (1976), The Xistence of X-Efficiency. *American Economic Review*, vol. 66, p. 213-216.

UZAWA H. (1964), Duality principles in the theory of cost and production. *International Economic Review*, vol. 5, n° 2, p. 216-220.

VARIAN H.-R. (1984), The non parametric apporach to production analysis. *Econometrica*, vol. 52, n° 3, p. 579-597.

VERMERSCH D. (1989a), Economie et Technologie des systèmes céréaliers : une approche duale et économétrique. Thèse, Université de Rennes I, 379 p.

VERMERSCH D. (1989b), Modélisation TOBIT d'une demande de facteur semi-fixe : allocation du travail dans les exploitations céréalières. Communication aux 6ièmes Journées de Microéconomie Appliquée, Orléans, 29-30 mai 1989.