



**HAL**  
open science

# L'évolution des rendements céréaliers dans le cadre de la réforme de la PAC : entre inefficacité technique et prix-efficacité

D. Vermersch, J.P. Boussemart

## ► To cite this version:

D. Vermersch, J.P. Boussemart. L'évolution des rendements céréaliers dans le cadre de la réforme de la PAC : entre inefficacité technique et prix-efficacité. Séminaire Claude Fourgeaud, Apr 1993, Paris, France. 28 p. hal-02290726

**HAL Id: hal-02290726**

**<https://hal.science/hal-02290726>**

Submitted on 7 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



Institut National de la Recherche Agronomique

Station d'Economie et Sociologie Rurales  
65, rue de St-Brieuc - 35042 Rennes cedex

Unité Revenu, Environnement et Ressources Naturelles

DV/08/04/93

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
Station d'Economie et Sociologie Rurales

**DOCUMENTATION**

65, Rue de St Brieuc  
35042 RENNES CEDEX  
Tél. : 99.23.54.03 et 09

**Séminaire Claude FOURGEAUD**

**Direction de la Prévision**

*28 Avril 1993*

**L'EVOLUTION DES RENDEMENTS CEREALIERS  
DANS LE CADRE DE LA REFORME DE LA PAC :  
ENTRE INEFFICACITE TECHNIQUE ET PRIX-EFFICACITE**

D. VERMERSCH

J.Ph. BOUSSEMART

La communication proposée est issue d'un rapport remis en Décembre 1992 pour le compte de la  
Direction de la Prévision (contrat INRA 30.9238D)

INRA-ESR  
REN-DV-n°21

## 1. INTRODUCTION

L'évolution à court et moyen terme des rendements céréaliers français mais aussi européens conditionne aujourd'hui de manière cruciale tant la réussite de la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de Mai 1992 que sa compatibilité avec le pré-accord de Blair House en Novembre dernier entre Européens et Américains dans le cadre des négociations du GATT. Ce pré-accord prévoit en effet un plafond des exportations céréalières subventionnées limité à 23,4 MT pour la CEE. Certes, la baisse des prix céréaliers prévue dans la réforme de Mai 1992 de même que l'obligation de gel pour les gros producteurs contribueront à limiter l'excédent céréaliier actuel. Cependant, un certain nombre d'incertitudes demeurent, liées notamment à l'évolution effective de la consommation interne de céréales et à la progression future des rendements céréaliers ; et sur ce dernier point, les avis divergent <sup>1</sup>.

Pour les uns, la productivité issue de l'amélioration génétique n'assurerait plus une contribution notable à la croissance des rendements telle qu'observée jusqu'à maintenant ; les possibilités d'amélioration des méthodes culturales ne seraient par ailleurs accessibles qu'aux exploitations les plus efficaces ; enfin les producteurs ne seraient pas incités à produire au-delà des rendements céréaliers régionaux de référence. D'autre part et à l'inverse, on ne peut oublier que l'augmentation des rendements, faisant suite notamment à l'exploitation des économies d'échelle de court terme, a constitué jusqu'à maintenant l'amortisseur essentiel de la baisse des prix, en termes réels, des céréales (Vermersch, 1990). En guise d'amplification de ce dernier effet, la baisse des prix des céréales risque de constituer un stimulus à l'augmentation de l'efficacité productive, rééditant ainsi les gains d'efficacité obtenus par les producteurs laitiers suite à l'imposition des quotas laitiers en 1984 <sup>2</sup>. Par ailleurs, il apparaît un caractère contestable dans les positions précédentes qui escomptent un freinage à la course des rendements céréaliers ; ainsi, par le jeu des restructurations foncières, les surfaces jusqu'ici exploitées par les producteurs les moins efficaces seront récupérées progressivement par d'autres plus efficaces : ceci n'est qu'une traduction du fait suivant lequel l'obtention d'un optimum de Pareto nécessite une situation d'efficacité technique pour l'ensemble de production global. Quant à statuer sur le dépassement, par les agriculteurs, du rendement de référence il y a lieu d'établir un modèle formalisé.

De manière générale, ces différents arguments avancés dans un sens ou dans un autre s'accordent à montrer que le niveau actuel d'efficacité micro-économique conditionnera

<sup>1</sup> in AGRA Europe, February 26, 1993.

<sup>2</sup> Dans un souci de minimiser le coût d'ajustement suite à la baisse des prix, cette dernière constitue initialement pour le producteur une incitation à la résorption des inefficacités techniques et allocatives, autant de gains potentiels de productivité.

largement le degré d'efficience de la politique de régulation par les prix des marchés céréaliers : telle est l'hypothèse adoptée dans ce travail où nous développons deux modèles, non paramétrique puis paramétrique formalisant les divers seuils d'efficacité microéconomique, depuis l'inefficacité technique jusqu'au comportement prix-efficace qui réagit instantanément à la variation des prix.

Le plan de cette étude est le suivant. Dans une deuxième partie, nous rappelons la construction de frontières non paramétriques primales. Cette méthodologie est appliquée ensuite à un échantillon d'exploitations cérésières françaises pour les années 1987 à 1990 ; les inefficacités techniques mesurées sont interprétées en termes d'accroissement potentiel des rendements. L'évolution de ces derniers est formalisée dans les parties quatre, cinq et six suivant une situation d'efficacité-prix de la technologie agricole. Si la détermination du sens de l'évolution des rendements ne nécessite aucune estimation économétrique, nous mettons en évidence l'existence d'effets amortisseurs de la baisse escomptée ainsi que les impacts de l'aide directe sur la structure des technologies agricoles mises en oeuvre.

## **2. APPROCHE NON PARAMETRIQUE PRIMALE**

### **2.1. Généralités**

Farrell fut le premier, en 1957, à proposer une mesure de l'efficacité technique et allocative des entreprises à partir d'une enveloppe linéaire par morceaux des observations. En 1962, Farrell et Fieldhouse généralisent cette approche en relâchant l'hypothèse de rendements d'échelle constants sur la technologie.

L'approche non paramétrique primale qui permet une mesure de l'efficacité des entreprises sur l'espace des biens sera étendue, en 1978, par Charnes, Cooper et Rhodes au cas multiproduits grâce à la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) et en 1984, Banker, Charnes et Cooper montreront le lien existant entre la mesure de l'efficacité technique de Farrell et la fonction distance en input de Shephard (1970).

Parallèlement à l'approche de base qui consiste à comparer les observations avec la meilleure technologie construite comme une enveloppe des observations, des auteurs comme Hanoch et Rothschild en 1972 puis Varian en 1984 vont chercher à tester la cohérence de l'hypothèse comportementale postulée en théorie de la production avec les observations, en incorporant l'espace des prix.

En 1988, Banker et Maindiratta associent les approches de Varian et Farrell et mettent en place des mesures de l'efficacité technique et allocative en comparant le profit optimal

obtenu pour le système de prix de l'agent sur la frontière technologique avec celui réellement observé. Cette approche non paramétrique duale nous permet d'incorporer une information supplémentaire sur l'environnement prix des agents.

## 2.2. Construction de l'enveloppe primale des observations

L'approche non paramétrique primale des efficacités repose sur la construction d'une frontière des observations. La distance séparant chaque observation de cette frontière peut être mesurée de diverses manières et constitue une mesure de l'efficacité relative de chaque unité de production.

Soit un ensemble  $J = \{1, \dots, j, \dots, J\}$  d'observations, qui sont dans la réalité, des entreprises.

Chaque entreprise  $j$  produit un vecteur  $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{mj}, \dots, y_{Mj})$  d'outputs en utilisant un vecteur  $X = (x_{1j}, \dots, x_{nj}, \dots, x_{Nj})$  d'inputs.

Soit  $P$  l'enveloppe primale des observations. Le corps des hypothèses relatif à cette technologie est :

[P1]  $P$  contient toutes les observations  $(X_j, Y_j), j = 1, \dots, J$

[P2]  $P$  est un ensemble régulier<sup>3</sup>

[P3]  $P$  vérifie la libre disposition en inputs et en outputs :  $\forall (X, Y) \in P$ , soient  $\bar{X} \geq X$  et  $\bar{Y} \leq Y$  alors  $(\bar{X}, \bar{Y}) \in P$

[P4]  $P$  est convexe<sup>4</sup> :  $\forall (X, Y) \text{ et } (\bar{X}, \bar{Y}) \in P, \forall \alpha \in [0, 1]$  alors  $\alpha(X, Y) + (1 - \alpha)(\bar{X}, \bar{Y}) \in P$

[P5]  $P$  est l'intersection de tous les ensembles vérifiant P1 à P4<sup>5</sup>.

A partir de ce corps d'hypothèses, un certain nombre de contraintes linéaires peuvent être mises en place. Tout d'abord  $P$  étant un ensemble convexe ([P4]), toute combinaison convexe de points de  $P$  est un élément de  $P$ . Nous avons :

<sup>3</sup>  $P$  est un ensemble non vide, fermé, tel qu'aucune production sans facteur ne soit possible (Mac Fadden, 1978) ainsi qu'aucune production infinie à partir d'une dotation factorielle finie.

<sup>4</sup>  $P$  est donc par construction une frontière technologique présentant des rendements d'échelle non croissants.

<sup>5</sup>  $P$  est le plus petit ensemble vérifiant P1 à P4.

$$\left( \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j, \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j \right) \in P \text{ avec } \lambda_j \geq 0 \quad \forall j=1, \dots, J \text{ et } \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \quad [1]$$

De plus, la propriété de libre disposition [P3] permet d'écrire que si nous avons  $X \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j$  et  $Y \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j$  alors  $(X, Y) \in P$ .

et nous montrons (Piot et Vermersch, 1992) que P l'ensemble qui contient tous les plans de production techniquement possibles étant données la technologie observée et les hypothèses posées sur l'enveloppe des observations, s'écrit comme suit :

$$P = \left\{ (X, Y) / X \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j, Y \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j, \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0 \quad j=1, \dots, J \right\} \quad [2]$$

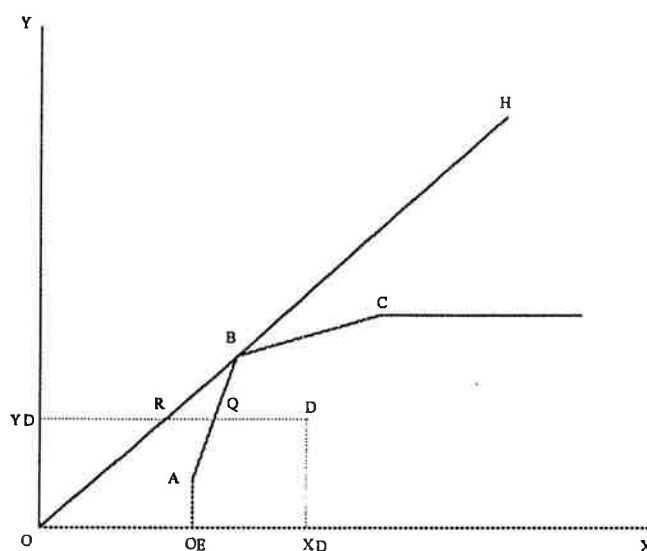
L'ensemble P ainsi défini, peut associer d'autres hypothèses, telle que celle des rendements d'échelle constants :

$$[P6] \quad \forall (X, Y) \in P \text{ et } \forall k > 0 \text{ alors } (kX, kY) \in P$$

Nous obtenons dès lors une nouvelle définition de l'enveloppe technologique

$$P_c = \left\{ (X, Y) / X \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j, Y \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j, \lambda_j \geq 0 \quad j=1, \dots, J \right\} \quad [3]$$

L'hypothèse supplémentaire faite sur la technologie de production se traduit par la suppression de la contrainte sur la somme des  $\lambda_j$ .



Soient quatre observations A, B, C et D. L'enveloppe P est limitée par  $O_E ABC$  et l'axe des x à partir de  $O_E$  et l'enveloppe  $P_c$  est caractérisée par OH et l'axe des x.

### 2.3. Mesure de l'efficacité technique

A la suite de Shephard (1970) deux sous-ensembles peuvent être associés à P :

-  $X(Y)$  l'ensemble des possibilités d'inputs contient tous les vecteurs inputs permettant de produire au moins un niveau y d'outputs, étant donnée la technologie observée

$$X(Y) = \{X / (X, Y) \in P\}$$

-  $Y(X)$  l'ensemble des possibilités de produits contient tous les vecteurs d'outputs pouvant être produits à l'aide d'une dotation factorielle maximale de x, étant donnée la technologie observée

$$Y(X) = \{Y / (X, Y) \in P\}$$

La notion de fonction distance de Shephard peut être appliquée à chacun de ces sous-ensembles. Nous nous limiterons ici au cas des inputs. Soit :

$$h_x(X, Y) = \text{Min}\{h_x / h_x \cdot X \in X(Y), h_x \geq 0\} \quad [4]$$

La fonction distance en inputs détermine la plus petite valeur du coefficient  $h_x$  toujours compris entre 0 et 1 qui est telle que  $h_x \cdot X$  reste un élément de l'ensemble des possibilités d'inputs  $X(y)$ .

L'application de ces concepts à l'ensemble P et pour un plan de production  $(X_j, Y_j), j = 1, \dots, J$  permet d'écrire que

$$X^P(Y_j) = \left\{ X / X \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j, Y_j \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j, \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, J \right\}$$

et

$$h_x^P(X_j, Y_j) = \text{Min}\{h_x / h_x \cdot X_j \in X^P(Y_j), h_x \geq 0\} \quad [5]$$

Ce qui revient au programme linéaire suivant :

$$h_x^P(X_j, Y_j) = \text{Min } h_x \quad [6]$$

$$s/c \begin{cases} Y_j \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j \\ h_x X_j \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, J \end{cases}$$

où  $h_x^P(X_j, Y_j)$  donne une mesure de l'efficacité technique de l'unité de production  $j$  et peut être représenté graphiquement par la distance séparant l'observation  $D$  de sa projection  $Q$  sur l'enveloppe  $P$  quand on suppose que seule la dotation factorielle peut s'ajuster.

De même, à partir de l'enveloppe technologique  $P_c$ , nous avons :

$$X^{P_c}(Y_j) = \left\{ X / X \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_j, Y_j \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j X_j, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, J \right\}$$

et

$$h_x^{P_c}(X_j, Y_j) = \text{Min} \{ h_x / h_x \cdot X_j \in X^{P_c}(Y_j), h_x \geq 0 \} \quad [7]$$

qui nous fournit une mesure dite totale de l'efficacité de l'exploitation dans le cas où l'on suppose que dans le long terme les rendements d'échelle sont constants. Graphiquement, cette mesure correspond à la distance séparant l'observation  $D$  de sa projection  $R$  sur l'enveloppe  $P_c$  pour un niveau d'output donné.

#### 2.4. Efficacité d'échelle, taille optimale et zone de rendements d'échelle

Une firme totalement efficace est considérée à sa taille optimale de production. Si une exploitation est techniquement efficace et totalement inefficace alors elle présente une inefficacité d'échelle mesurée par le ratio :



$\frac{h_x^{P_c}(X_j, Y_j)}{h_x^P(X_j, Y_j)}$  où  $h_x^{P_c}(X_j, Y_j)$  et  $h_x^P(X_j, Y_j)$  correspondent respectivement à l'efficacité

totale et technique de l'exploitation  $j$ . Cette mesure est illustrée graphiquement par la distance séparant la projection  $Q$  de  $D$  sur l'enveloppe  $P$  de la projection  $R$  de  $D$  sur l'enveloppe  $P_c$ .

Cette notion de taille optimale demeure discutable car elle suppose l'existence de rendements d'échelle constants dans le long terme. Elle tente néanmoins de traduire une évolution dans le temps de l'efficacité technique des unités de production qui peut servir de première approximation en absence de mesures duales incorporant une information sur les prix.

Enfin, parmi les firmes techniquement efficaces, il est possible de caractériser la ou les exploitations ayant le ratio de productivité maximal. Graphiquement, c'est l'observation  $B$  qui a la productivité la plus grande.

Dans ce cas, nous dirons qu'une observation est dans une zone à rendements d'échelle décroissants si, pour améliorer son ratio de productivité, elle doit diminuer sa taille jusqu'à celle de l'exploitation ayant le ratio de productivité maximal. Par exemple l'observation  $C$  du graphique est tenue de diminuer à la fois ses produits et ses facteurs si elle cherche à rapprocher son ratio de productivité de celui de l'observation  $B$ .

Inversement, elle se situera dans une zone à rendements d'échelle croissants si elle doit augmenter sa taille de production pour obtenir un ratio de productivité identique à celui de la firme  $B$ , comme l'observation  $A$  par exemple.

Enfin, si l'observation n'a pas besoin de modifier sa taille pour améliorer son ratio de productivité nous considérons qu'elle se situe dans une zone à rendements d'échelle constants.

### 3. MESURES NON PARAMETRIQUES PRIMALES DES INEFFICACITES TECHNIQUES

Le développement d'une approche non paramétrique sur données micro-économiques nous permet d'évaluer les gains de productivité potentiels en termes de résorption d'inefficacités technique et d'échelle des systèmes céréaliers.

Après une description de l'échantillon, nous spécifions la frontière de production estimée. Nous validons les mesures des économies réalisables sur chacun des facteurs de production en rapprochant les scores d'efficacité des caractéristiques des exploitations expertisées, avant de présenter les gains potentiels sur les rendements céréaliers en cas de résorption des inefficacités productives et d'affiner l'analyse précédente en mesurant des scores d'efficacité par région (Aquitaine, Centre, Ile de France) et par taille de producteur.

### 3.1. Les données et la fonction de production

L'approche non paramétrique est réalisée sur l'OTEX 11 du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) qui regroupe les exploitations spécialisées en céréales. L'estimation est faite sur quatre années, de 1987 à 1990. En moyenne, 91 % d'entre elles sont des exploitations individuelles (les autres formes juridiques sont peu fréquentes), 30 % se localisent dans la région Centre, 16 % en Ile de France et 12 % en Aquitaine. Plus de 70 % des chefs d'exploitation n'ont au plus qu'une formation agricole et/ou générale primaire. Le chiffre d'affaires moyen s'élève à 665 000 F (dont 72 % en production céréalière) pour une SAU de 81 ha (59 ha de céréales et 22 ha d'autres SAU). Enfin, 98 % des entités correspondent à la définition de "producteurs professionnels" (production de céréales supérieure à 92 tonnes) établie dans le cadre de la réforme de la PAC.

Nous avons retenu une fonction de production à deux outputs et cinq inputs :

- Y1, la production céréalière en francs (hors intraconsommations),
- Y2, les autres productions en francs (hors intraconsommations),
- X1, la surface agricole utilisée (SAU) en céréales en ares,
- X2, la surface agricole utilisée en autres productions en ares,
- X3, le travail familial et salarié en centième d'UTA,
- X4, les dépenses en matériel en francs, comprenant : les frais de location de matériel, les travaux et services pour productions végétales, l'entretien du matériel et les amortissements du matériel de l'exercice.
- X5, les consommations intermédiaires en francs comprenant : les engrais, les phytosanitaires, les amendements, le carburant et les lubrifiants, les semences et les plants, l'eau d'irrigation, le petit matériel et outillage, les aliments pour animaux et les honoraires et produits vétérinaires.

### 3.2. Diagnostic d'efficacité et analyse des résultats

En 1990, l'OTEX 11 se caractérise par une inefficacité totale de 19 % (valeur moyenne), les inefficacités technique et d'échelle valant respectivement 10 % et 9 %. 127 exploitations sont dans une zone de rendements d'échelle croissants (soit 69 % de

l'échantillon), 24 dans une zone de rendements d'échelle décroissants (13 %) et 33 sont à leur taille optimale (18 %). La taille optimale moyenne s'élève en termes de SAU à 52 ha de céréales et à 15 ha d'autres surfaces contre respectivement 59 ha et 22 ha de moyennes observées alors qu'en termes de chiffre d'affaires les valeurs optimales sont de 618 000 F en céréales et de 247 000 F en autres productions contre à peine 479 000 F et 186 000 F (niveaux observés).

Un diagnostic plus précis est possible en chiffrant les économies réalisables sur chacun des facteurs de production (cf tableau 1). Sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables, l'approche non paramétrique annonce un potentiel d'économies de 10 % sur l'ensemble des facteurs tout en maintenant au même niveau les outputs. Des économies encore plus spectaculaires (de l'ordre de 22 % à 29 % selon les facteurs) sont repérées (bien que difficilement envisageables à court et moyen termes) si l'on projette les exploitations sur la frontière d'efficacité totale (maximum de productivité globale). Les résultats pour les autres années oscillent entre 8,5 % et 12 % d'économies réalisables pour résorber l'inefficacité technique et entre 20 % et 30 % pour atteindre l'efficacité totale.

Tableau 1. Economies réalisables en % des dotations initiales (année 1990)

Hypothèse de rendements d'échelle constants	Y1	Y2	X1	X2	X3	X4	X5
184	-0.08	-1.96	26.35	29.41	22.72	21.48	22.45
Hypothèse de rendements d'échelle variables	Y1	Y2	X1	X2	X3	X4	X5
184	0.00	0.00	10.08	10.14	10.87	10.01	10.00

Une conséquence des résorptions éventuelles des inefficacités techniques serait une augmentation de 11,2 % des rendements céréaliers moyens consécutive à une baisse de 10 % des surfaces pour l'année 1990. Les hausses des rendements pour les années 1989, 1988 et 1987 seraient respectivement de 10,5 %, 9,8 % et 13,6 %.

Pour valider et analyser les diagnostics de l'année 1990, nous avons comparé des sous-groupes d'exploitations sur plusieurs critères de performances techniques et économiques usuels. Les comparaisons confrontent des catégories d'exploitations réparties selon leurs scores d'efficacité technique ou totale.

Les 184 exploitations ont été réparties en quatre groupes d'efficacité technique ou totale :

- groupe 1, les entités efficaces ;
- groupe 2, scores compris entre 0,95 et 1,

- groupe 3, scores compris entre 0,85 et 0,95,
- groupe 4, scores inférieurs à 0,85.

Les tests de  $X^2$  à partir des tableaux croisant les scores d'efficacité avec les différentes modalités des variables qualitatives (formation agricole, formation générale, région) font apparaître un degré de dépendance significatif (moins de 5 % de risque d'erreur) entre l'efficacité et le niveau de formation agricole. Par contre pour les deux autres variables aucune liaison avec le niveau de performance n'est décelée.

Les exploitations efficaces, suivant une frontière à rendement d'échelle constants, (groupe 1) se distinguent par rapport aux moins efficaces (groupe 4) par des niveaux de productivités partielles supérieures. En fait, leurs productions céréalières et "autres" sont nettement plus importantes malgré des dotations factorielles non significativement différentes. Elles affichent de meilleurs indicateurs de marge ou de rentabilité et apparaissent plus diversifiées (leur part moyenne des céréales dans la production totale n'atteint que 67 % contre 73 % pour les autres). En outre, elles semblent bénéficier de meilleures conditions d'accès au crédit de moyen et long termes puisque leurs taux d'intérêt sont respectivement inférieurs de 2 points à ceux supportés par les moins efficaces.

Dans le cas d'une frontière de production à rendements d'échelle variables, si nous comparons les exploitations efficaces aux moins performantes, nous constatons en premier lieu que les niveaux des deux outputs et de l'indice de diversification ne sont plus discriminants ; ces variables semblent donc liées à l'efficacité d'échelle. Par contre à partir de ce même score d'efficacité, les différences significatives entre les deux groupes sur les productivités partielles, sur les indicateurs de rentabilité et sur le taux d'intérêt à moyen et long termes suggèrent que les liaisons entre la performance des exploitations et ces variables s'expliquent d'abord par l'inefficacité technique.

### **3.3. Estimation des scores et des gains potentiels de rendements par région et par taille de producteurs**

Les résultats précédents, repris en différenciant les exploitations selon leur origine géographique, permettent d'évaluer les écarts entre les régions en termes d'inefficacité totale ou technique et de gains potentiels de rendements céréalières.

Les moyennes des scores d'efficacité totale ne sont pas significativement différentes entre les régions, par contre l'Aquitaine apparaît en moyenne techniquement plus efficace que le Centre et l'Ile de France, ces deux dernières ne se distinguant pas entre elles. En effet, les exploitations de l'Ile de France et du Centre peuvent respectivement diminuer de 12 % et de

10 % leurs dotations factorielles alors que les exploitations de l'Aquitaine n'ont qu'un potentiel d'économie d'environ 6 %. En conséquence, les rendements céréaliers augmenteraient de 6,4 % en Aquitaine, de 11,4 % pour le Centre et de 12,3 % pour l'Ile de France.

Il convient cependant de demeurer prudent par rapport à ces derniers résultats ; les combinaisons productives se différencient régionalement alors que la frontière d'efficacité utilisée est la même pour l'ensemble des exploitations.

Une dernière analyse a consisté dans la comparaison des gains potentiels de rendements entre les gros et les petits producteurs différemment affectés par la réforme de la PAC. L'estimation des frontières de production n'a pu se faire sur l'OTEX 11 regroupant trop peu de petits producteurs (à peine 4 exploitations recensées sur les 184 en 1990). Les résultats présentés ci-après concernent l'OTEX 12 "grandes cultures" du RICA qui rassemble 510 exploitations dont 99 cultivent moins de 20 ha de céréales et 101 plus de 60 ha.

Pour chaque catégorie de taille, nous avons procédé à une estimation spécifique de frontière de production sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables. Les résultats indiquent des potentiels de rendements plus élevés chez les petits producteurs (de l'ordre de 10 à 12 %) alors que les producteurs cultivant entre 40 ha et 60 ha de céréales ne bénéficient que de 5,6 % de gains possibles, les plus gros atteignent pour leur part environ 9 %.

De manière générale, la résorption totale des inefficacités techniques constitue une hypothèse pessimiste quant à l'intensité escomptée de la baisse des rendements. En effet, les inefficacités mesurées pourraient n'être qu'apparentes et refléter, pour une part, l'ignorance de l'économiste car d'autres facteurs, tels que l'aversion au risque par exemple, peuvent intervenir. Par ailleurs, la résorption de ces inefficacités sera conditionnée par la nouvelle hiérarchie des prix qui contribuera à freiner l'accroissement escompté des rendements.

Plutôt que d'affiner une formalisation non paramétrique qui serait inévitablement limitée par une information statistique insuffisante, nous avons préféré opter pour un encadrement de l'évolution prévisible des rendements à l'aide d'une hypothèse optimiste fondée sur une situation d'efficacité-prix de la technologie. C'est ce que nous présentons maintenant.

#### 4. MODELE PARAMETRIQUE A DEUX FACTEURS

Nous considérons dans cette deuxième partie et avant généralisation une technologie céréalière monoproduit décrite par la fonction de production suivante :

$$y = Ax^{\alpha}T^{\gamma}$$

[8]

La quantité  $y$  désigne le produit céréalier en volume valorisé, avant réforme, au prix  $p_0$ . Posant  $\alpha + \gamma < 1$ , nous disposons ainsi d'une technologie 'Cobb-Douglas' à rendements d'échelle décroissants, spécifiée ici avec deux facteurs. La quantité agrégée  $x$  (prix associé  $w_x$ ), désigne l'ensemble des consommations intermédiaires alors que  $T$  (prix associé  $w_T$ ) représente le facteur terre supposé fixe à court terme et dont la qualité peut être révélée notamment par l'élasticité de production associée  $\gamma$ . La constante  $A$  regroupe avant décomposition ultérieure, les autres facteurs de production (capital, travail) et pourra intégrer éventuellement un indice de progrès technique.

La réforme céréalière se décrit formellement suivant :

- le nouveau prix des céréales :  $p_t$  (après dégressivité sur trois ans)
- seuil de scission petits producteurs/producteurs professionnels correspondant à une production 92 tonnes de céréales
- taux de gel appliqué pour les producteurs professionnels égal à  $1 - \rho$  (=15 % pour la campagne 93-94)
- un rendement départemental de référence sur lequel est indexée l'aide directe compensatrice :  $r$

Les agriculteurs étant supposés prix-efficaces, ceux-ci maximisent avant réforme le profit soit :

$$\text{Max}_{x,T} [p_0 A x^\alpha T^\gamma - w_x \cdot x - w_T \cdot T] \quad [9]$$

L'ensemble de production associé à [8] étant convexe, les conditions nécessaires du premier ordre sont suffisantes ce qui aboutit à la solution suivante en terme de rendement céréalier optimal <sup>6</sup>:

$$r_0^* = \frac{y_0^*}{T_0^*} = \frac{w_T}{p_0 \gamma} \quad [10]$$

Cette dernière expression révèle un premier effet amortisseur de la baisse escomptée des rendements après la réforme. En effet, [10] montre que si  $p_0$  diminue, le rendement céréalier augmente, toutes choses égales par ailleurs. Ce résultat, apparemment étonnant, s'explique par le fait que nous avons supposé une technologie à rendements d'échelle décroissants qui implique, lorsque  $p_0$  décroît, une diminution relativement plus importante de

<sup>6</sup>  $y_0^*$  et  $T_0^*$  représentent respectivement l'offre céréalière et la demande de terre optimales issues de [9].

$T_0^*$  que celle de l'offre optimale  $y_0^*$ .

Une analyse fine de l'évolution microéconomique des rendements céréaliers amène à prendre en compte le caractère quasi-fixe du facteur terre. En effet, selon les régions et dans la période de baisse des prix garantis, certaines exploitations pourront bénéficier ou non de restructurations permettant un ajustement optimal de la dotation foncière. Dans le cas où la terre est fixe, les agriculteurs maximisent le profit restreint, soit :

$$\text{Max}_x p_0 A x^\alpha T^\gamma - w_x \cdot x \quad [11]$$

On en déduit le rendement optimal avant réforme sous contrainte de fixité de la terre :

$$\bar{r}_0 = \left[ \frac{w_x^\alpha T^{1-\alpha-\gamma}}{A(p_0 \alpha)^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad [12]$$

La situation dans l'après-réforme se différencie également suivant le type de modalité : petit producteur (*pp*) ou producteur professionnel (*PP*). Dans ce dernier cas et considérant un ajustement optimal du foncier, le programme de comportement s'écrit :

$$\text{Max}_{x,T} p_1 A x^\alpha (\rho T)^\gamma - w_x \cdot x - w_1 T + (p_0 - p_1) r T \quad [13]$$

Les producteurs professionnels sont astreints à ne cultiver qu'un pourcentage,  $\rho$ , de leur sole de céréales, d'oléagineux et de protéagineux, ceci afin de bénéficier de l'aide compensatoire  $(p_0 - p_1) r T$  qui se décompose en :

.  $(p_0 - p_1) r \rho T$  : pour les hectares cultivés (45 Ecus/tonne pour un prix indicatif de 110 Ecus/tonne).

.  $(p_0 - p_1) r (1 - \rho) T$  : aide compensatoire au titre du gel des terres, équivalente à celle accordée pour les hectares cultivés sur la base d'un prix indicatif de 110 Ecus/tonne.

L'expression [13] se différencie suivant la modalité "petit producteur" et la situation de rigidité du foncier. Le tableau 1 récapitule ces différents cas en présentant les rendements céréaliers optimaux.

Tableau 1. Evolution des rendements céréaliers optimaux

Situation du producteur	$(PP),(\bar{T})$	$(PP),(T^*)$	$(pp),(\bar{T})$	$(pp),(T^*)$
Situation actuelle avant réforme	$\left[ \frac{w_x^\alpha T^{1-\alpha-\gamma}}{A(p_o \alpha)^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$ (I)	$\frac{w_T}{p_o \gamma}$ (II)	$\left[ \frac{w_x^\alpha T^{1-\alpha-\gamma}}{A(p_o \alpha)^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$ (III)	$\frac{w_T}{p_o \gamma}$ (IV)
Situation après réforme (à 3 ans)	$\left[ \frac{w_x^\alpha (\rho T)^{1-\alpha-\gamma}}{A(p_1 \alpha)^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$ (Ia)	$\frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1 \gamma \rho}$ (IIa)	$\left[ \frac{w_x^\alpha T^{1-\alpha-\gamma}}{A(p_1 \alpha)^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$ (IIIa)	$\frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1 \gamma}$ (IVa)
	$(PP),(\bar{T})$	$(PP),(T^*)$	$(pp),(\bar{T})$	$(pp),(T^*)$
$\frac{\Delta R}{R}$	$\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{\Delta p}{p} + \frac{\alpha + \gamma - 1}{1-\alpha} (\rho - 1)$ (I)	$- \left[ 1 - \frac{w_{IT} P_o}{w_{oT} P_1 \rho} \right]$ (II)	$\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{\Delta p}{p}$ (III)	$- \left[ 1 - \frac{w_{IT} P_o}{w_{oT} P_1} \right]$ (IV)

A court terme (le facteur terre est rigide), le rendement optimal demeure une fonction des prix des autres facteurs variables ( $w_x$ ), voire des autres facteurs fixes (constante A) ; leur évolution prévisible (diminution du prix relatif des consommations intermédiaires suite à une demande déprimée, poursuite de l'innovation technologique) agira en faveur d'une hausse des rendements. Dans un long terme (facteur foncier à son niveau optimal), en dehors de l'aide directe et du niveau de gel, le rendement céréalier n'est plus fonction que du seul rapport de prix céréales-foncier et de l'élasticité associée  $\gamma$ .

Nous nous proposons maintenant, pour chaque groupe (I, II, III, IV) de comparer les situations avant et après réforme. Le groupe I (producteurs professionnels, terre fixe) révèle deux effets concurrents quant à l'évolution des rendements : un impact négatif provenant de la baisse du prix ; un effet positif consécutif à l'obligation de gel au taux  $1 - \rho$ . Compte tenu des valeurs associées à  $\rho, p_1$  et  $p_o$ , connues et fixées, la résultante des deux impacts précédents constitue un effet global à la baisse des rendements.

Nous recensons trois effets pour le groupe II (producteurs professionnels, terre variable) ; deux effets positifs : l'effet-prix dans une situation de rendements d'échelle décroissants décrit précédemment sur une surface inférieure à celle initiale ; un effet 'aides directes' dépresseur sur les rendements. Quelle en sera la résultante ? Les exploitants céréaliers du groupe II seront incités à augmenter les rendements si :

$$\frac{w_T}{p_o \gamma} < \frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1 \gamma \rho} \quad [14]$$



autrement dit, si :

$$w_T > \frac{(1-\lambda)p_o r}{(1-\lambda\rho)} \quad [15]$$

Certes, le niveau actuel de  $\lambda$  ne permet pas que l'inégalité précédente soit vérifiée. Le terme de droite joue en fait le rôle d'un prix de seuil pour le foncier. Nous avons calculé ce seuil pour chaque département français sur la base des rendements de référence. Le prix calculé est compris ainsi entre 418 Ecus/hectare et 824 Ecus/hectare. En réalité, ces valeurs élevées incorporent implicitement l'aide directe  $(p_o - p_1)r$ , préfigurant ainsi ce qui risque de se produire à moyen terme, à savoir une capture dans les transactions foncières de la prime à l'hectare et ceci d'une manière quelque peu analogue aux transactions incluant les droits à produire associés aux quotas laitiers. Il importe de demeurer vigilant par rapport à ce dernier mouvement ; en effet, le surcroît de charges foncières ou relatives aux droits à produire contribuera à retarder l'obtention des nouveaux gains de productivité issus de l'adoption des progrès techniques futurs.

Le groupe III (petits producteurs, terre fixe) ne soulève pas d'ambiguïté dans la mesure où n'apparaît qu'un seul effet-prix dépresseur sur l'évolution des rendements.

Nous retrouvons enfin dans le groupe IV (petits producteurs, terre variable) les effets observés dans le groupe II, excepté l'effet-gel, les producteurs n'y étant pas astreints. Pour ces deux groupes, l'effet de la réforme sur les rendements se traduit en fait simplement comme une variation du rapport des prix céréales-foncier, celui-ci passant de  $\frac{w_T}{p_o}$  à  $\frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1}$  ; tout se passe comme si l'aide directe joue à la baisse sur le coût réel du foncier. A moyen terme cependant, l'effet dépresseur de l'aide directe sur les rendements risque d'être partiellement annulé par son transfert, sous forme de rente, dans le coût du foncier, ce qui favorisera une nouvelle croissance des rendements.

La dernière ligne du tableau 1 explicite la variation relative des rendements céréaliers entre l'avant et l'après-réforme. La notation  $y$  est légèrement modifiée à savoir :

$w_{OT} = w_T$  : coût du foncier avant réforme

$w_{IT} = w_{OT} - (p_o - p_1)r$  : coût perçu du foncier après réforme, c'est-à-dire dégrevé de l'aide directe.

Alors que les modalités (I) et (III) (terre fixe) précisent plutôt l'évolution à court terme, (II) et (IV) montre que l'effet à la baisse sur les rendements sera annulé dès lors que l'évolution du marché des transactions foncières accompagnera celle des prix céréaliers, autrement dit et plus au moins au facteur  $\rho$  près selon les cas :

$$\frac{w_{IT}}{w_{OT}} = (\rho) \frac{p_1}{p_0} \quad [16]$$

A ce propos, il apparaît opportun de formaliser les anticipations prospectives liées à la réforme de la PAC et intégrant dans l'estimation de la valeur des transactions les rentes institutionnelles liées au gel des terres. De récents travaux de modélisation (Cavailhès et Richard, 1992) notent, avec d'autres analystes, que les signes précurseurs d'une reprise de la hausse du prix des terres sont réunis. Cela étant, la dynamique d'ajustement à long terme du facteur terre (Ia -> IIa ; IIIa->IVa) sera fortement conditionnée par le niveau du rendement départemental de référence  $r$ , catalyseur d'une pression foncière différenciée selon les régions céréalières. Cette même dynamique rendra compte également du futur des rendements. C'est ce que nous proposons d'apprécier maintenant en utilisant la notion de prix dual ou fictif.

## 5. PRIX DUAL DU FACTEUR TERRE ET EVOLUTION CORRELATIVE DES RENDEMENTS CEREALIERS

Nous rappelons tout d'abord le calcul du prix dual du foncier dans le cas, par exemple, des producteurs professionnels (PP) soumis, dans l'après-réforme, à la contrainte de fixité de la terre. Ces derniers maximisent leur profit restreint, soit :

$$\pi_R(w_x, p_1, \rho, T) = \text{Max}_x p_1 A x^\alpha (\rho T)^\alpha - w_x x \quad [17]$$

En notant  $\bar{x}_1$  la solution de [17], la fonction de profit restreint s'écrit encore :

$$\pi_R(w_x, p_1, \rho, T) = w_x \cdot \bar{x}_1 \left[ \frac{1}{\alpha} - 1 \right] \quad [18]$$

Supposant une double différentiabilité de cette fonction par rapport à ses principaux arguments, on définit notamment :

$$\bar{w}_{IT} = \frac{\partial \pi_R}{\partial T} = w_x \frac{\gamma}{\alpha} \frac{\bar{x}_1}{T} \quad [19]$$

$\bar{w}_{IT}$  est le prix dual de la terre et représente l'accroissement marginal du profit restreint consécutif à un accroissement marginal de  $T$ . Le calcul précédent se réitère suivant les autres situations (avant-réforme, petits producteurs). Exprimant alors les niveaux de rendements correspondants non plus en fonction de  $T$ , mais du prix dual  $\bar{w}_T$ , nous pouvons reprendre le tableau 1 sous une forme nettement simplifiée.

Tableau 2. Evolution des rendements céréaliers optimaux en fonction des prix réels/fictifs du foncier

Situation du producteur	$(PP),(\bar{T})$	$(PP),(T^*)$	$(pp),(\bar{T})$	$(pp),(T^*)$
Situation actuelle avant réforme	$\frac{\overline{w_T}}{p_o \gamma}$ (I)	$\frac{w_T}{p_o \gamma}$ (II)	$\frac{\overline{w_T}}{p_o \gamma}$ (III)	$\frac{w_T}{p_o \gamma}$ (IV)
Situation après réforme	$\frac{\overline{w_T}}{p_1 \gamma \rho}$ (Ia)	$\frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1 \gamma \rho}$ (IIa)	$\frac{\overline{w_T}}{p_1 \gamma \rho}$ (IIIa)	$\frac{w_T - (p_o - p_1)r}{p_1 \gamma}$ (IVa)

L'analyse du tableau 2 montre que le prix fictif s'identifie au prix du foncier perçu par le producteur dans le cas où le facteur terre peut être ajusté de manière optimale. En effet, reprenant le cas (PP) des producteurs professionnels, la fonction de profit total  $\pi_T$  solution de [13] peut encore s'écrire :

$$\pi_T(w_x, w_T, p_o, p_1, \rho, r) = \underset{T}{Max} \pi R(w_x, p_1, \rho, T) - [w_T - (p_o - p_1)r]T \quad [20]$$

avec pour conditions nécessaires du premier ordre :

$$\frac{\partial \pi_R}{\partial T} = w_T - (p_o - p_1)r \quad [21]$$

soit l'égalité entre le prix fictif et le prix du foncier réellement perçu par le producteur après réforme. Tout se passe comme si, en effet, l'aide directe  $r(p_o - p_1)$  modifie, à hauteur de cette valeur et à la baisse, le coût foncier. Ainsi, au-delà de l'incitation, fournie par la réforme, à la résorption des inefficacités techniques, les aides directes à l'hectare modifieront vraisemblablement et parallèlement la dynamique de résorption d'inefficacités-prix, relatives au facteur terre.

A cette fin, il importe de savoir si  $T < T^*$  ou  $T > T^*$ ; dans le court terme de l'après-réforme, il apparaît très probable que l'allocation initiale soit inférieure à  $T^*$  dans la mesure où l'aide directe agit à la baisse sur le coût perçu du foncier. Pour s'en convaincre, une application économétrique sur la fonction de profit restreint permettrait de comparer [19] et [21] ; dès lors que  $\overline{w_{1T}} \geq w_T - (p_o - p_1)r$ ,  $\pi_R(w_x, p_1, \rho, T)$  étant concave en  $T$  de par la convexité de l'ensemble de production associé à [8], on en déduit que  $T \leq T^*$ . De la même manière, en observant le tableau 2, un prix fictif supérieur au prix perçu du foncier traduit un rendement céréalière optimal de long terme inférieur au rendement contraint par  $T$  : la fixité du facteur

terre à court terme constitue ainsi un amortisseur de la baisse potentielle des rendements.

A l'inverse, la logique du principe de Le Châtelier-Samuelson<sup>7</sup> rend compte d'une évolution opposée si l'on s'intéresse à une fixité du foncier à l'optimum. Ce principe rappelle qu'à l'équilibre de long terme, l'élasticité-prix propre d'un bien noté  $x$  est d'autant plus forte en valeur absolue que le nombre de facteurs ou produits, pouvant s'ajuster à la variation du prix de  $x$  est important. Cette mécanique peut s'illustrer dans le cadre du modèle ; prenons ainsi le cas (PP) des producteurs professionnels. En situation où la terre est flexible et dans l'avant-réforme, le rendement s'écrit :

$$r = \frac{w_T}{p_0 \gamma} \quad [22a]$$

Identifiant cette expression avec le rendement à terre fixe on dérive ainsi le niveau optimal  $T^*$  avant réforme, soit :

$$T^* = \left[ \frac{w_T^{\alpha-1} p_0 A \alpha^\alpha}{w_x^\alpha \gamma^{\alpha-1}} \right]^{1/\alpha-\gamma} \quad [22b]$$

Supposons maintenant que ce niveau d'allocation ne puisse être modifié par l'agriculteur lors de la baisse des prix céréaliers. Dans ce cas, le rendement céréalier optimal s'écrit comme l'expression (Ia) du tableau 1 avec pour valeur de  $T$ , l'expression  $T^*$  précédente, ce qui donne :

$$\bar{r}_1^* = \frac{w_T}{p_1 \gamma \rho} \rho^{-\gamma/\alpha-1} \left( \frac{p_0}{p_1} \right)^{1/\alpha-1} \quad [22c]$$

Comme  $p_1 < p_0$  et  $\alpha + \gamma < 1$ , le rendement  $\bar{r}_1^*$  est inférieur au rendement optimal obtenu en cas d'une flexibilité du facteur terre, soit  $w_T/p_1 \gamma \rho$ , hormis l'effet aide directe.

Ce même raisonnement peut s'appliquer pour d'autres facteurs, tels la main-d'oeuvre familiale ou salariée, l'équipement matériel qui ne pourront s'ajuster instantanément à la modification des prix céréaliers. Par ailleurs, l'évolution des rendements sera fortement conditionnée également par les mouvements de réallocation foncière entre exploitations

<sup>7</sup> voir, à ce sujet, Lau (1976) ; Diewert (1981).

agricoles où l'effet de seuil petits producteurs - producteurs professionnels jouera vraisemblablement<sup>8</sup> : autrement dit et de manière générale, la résorption des inefficacités (techniques et allocatives) s'effectuera parallèlement à l'ajustement de l'économie agricole toute entière vers un optimum global de production nécessitant un nombre toujours plus réduit d'exploitations agricoles. Le modèle présenté ici ne peut en rendre compte ; il montre simplement l'intérêt d'évaluer finement le prix fictif associé qui pourrait être estimé également dans le cadre d'une approche non-paramétrique.

## 6. GENERALISATION DU MODELE - COMPARAISON RENDEMENT DE REFERENCE RENDEMENT OPTIMAL

### 6.1. Technologie multiproduits-multifacteurs

Les remarques précédentes, faites à propos de la quasi-fixité du foncier et de son ajustement à moyen terme, conduisent à s'intéresser également à d'autres quasi-fixités factorielles : travail familial, suréquipement matériel, ... . De manière formelle, il s'agit de décomposer la constante A du modèle suivant les différents facteurs quasi-fixes, voire également en fonction d'un indice de progrès technique ; autrement dit, de formaliser la mécanique d'ajustement dans un référentiel d'équilibre moins partiel. En effet, nous pouvons nous demander dans quelle mesure la paramétrisation du modèle et le référentiel d'équilibre partiel adoptés jusqu'ici infirment-ils la formalisation et l'amplitude réelles des ajustements qui vont s'opérer suite à la baisse des prix des céréales. Un premier résultat concerne tant le choix de la forme paramétrique de la fonction de production (i.e. la forme fonctionnelle), le caractère mutiproduit - multifacteur de la technologie que le nombre de biens soumis à fixité. Le scénario envisagé dans cette partie (hypothèse optimiste d'évolution des rendements et prix-efficacité de la technologie) nous impose de partir d'une situation à rendements d'échelle locaux décroissants. A ce propos, notons que dès l'instant où une situation de fixité est supposée pour certains biens, la convexité de l'ensemble de production T n'est exigée que sur le sous-ensemble de T sur lequel se réalise l'optimisation de court terme. Cela étant, d'autres formes fonctionnelles plus flexibles que la "Cobb-Douglas" pourraient être adoptées n'imposant pas, par exemple, la constance des élasticités de production ( $\alpha$  et  $\gamma$  dans le modèle précédent). Nous montrons ci-après que quelque soit :

- le choix de la forme fonctionnelle,
- le nombre de facteurs et produits de la technologie mis en oeuvre et soumis ou non à une quelconque fixité, la formalisation des rendements optimaux telle que présentée dans le

<sup>8</sup> voir à ce sujet, par exemple, Leathers, 1992.

tableau 2 demeure inchangée si l'on caractérise  $\gamma$  comme étant l'élasticité de production du foncier estimée au niveau où se fait l'observation ( $\gamma_0$  ou  $\gamma_1$ ).

Supposons dans un premier temps un ajustement optimal possible pour l'ensemble des facteurs et produits. Le comportement du producteur est formalisé suivant :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{x,y} \quad & p_y' \cdot y - w_x' \cdot x \\ f(x,y) = 0 \quad & (\alpha) \end{aligned} \quad [23]$$

$p_x$  et  $p_y$  désignent respectivement les vecteurs-prix des facteurs et produits ;  $f$  représente la fonction de transformation. Pour ce qui relève du prix des céréales  $p_c$  et du coût du foncier  $w_t$ , les conditions, nécessaires du premier ordre s'écrivent :

$$\frac{w_T}{P_c} = -\frac{f_T}{f_c} \quad [24]$$

avec  $f_T = \frac{\partial f}{\partial x_T}$  et  $f_c = \frac{\partial f}{\partial y_c}$ . Le rendement céréalier optimal s'écrit quant à lui :

$$r^* = \frac{Y_c^*}{x_T^*} = \frac{Y_c^* \cdot \frac{\partial y_c}{\partial x_T}}{x_T^* \cdot \frac{\partial y_c}{\partial x_T}} = \frac{\partial y_c}{\partial x_T} \cdot \frac{1}{\gamma}$$

*on calcule un rendement par rapport à la quantité globale de terre, et non pas par rapport à la quantité de terre allouée aux céréales!* [25]

avec  $\gamma = \frac{\partial \ln y_c}{\partial \ln x_T}$ , l'élasticité de production céréalienne par rapport au foncier. Par ailleurs, en différentiant totalement la contrainte technologique ( $\alpha$ ) et en considérant la variation consécutive du produit  $y_c$  suite à une variation différentielle de la qualité de terre  $x_T$ , il vient :

$$\frac{\partial y_c}{\partial x_T} = -\frac{f_T}{f_c} \quad [26]$$

d'où, en utilisant [24] :

$$r = \frac{w_T}{P_c \gamma} \quad [27]$$

soit l'expression générale du tableau [1] dans le cas de la terre variable.

Considérons maintenant le cas plus général d'une fixité formalisée par  $z$  pour certains produits et facteurs, et notamment la terre. En reprenant des notations semblables, le programme de comportement devient :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{x,y} \quad & p_y' \cdot Y - w_x' \cdot X \\ Y_c = f(x, Y_{-c}, z) \end{aligned} \quad [28]$$

Par commodité, et sans perte de généralité, la fonction de transformation est formalisée sous forme explicite, le produit céréalier  $y_c$  étant exprimé comme fonction des autres produits,  $y_{-c}$ , et des facteurs variables  $x$  et quasi-fixes  $z$ .

Les conditions nécessaires du premier ordre conduisent à :

$$p_c = \frac{w_i}{f_i} = -\frac{p_j}{f_j} \quad [29]$$

$i$  désignant l'indice courant pour les facteurs variables,  $j \neq c$  celui des produits variables (i.e. non soumis à fixité). Par ailleurs, la fonction de profit restreint associée s'écrit :

$$\begin{aligned} \pi R(p_y, w_x, z) &= \underset{x, y}{\text{Max}} [p'_y \cdot y - w'_x \cdot y_c = f(x, y_{-c}, z)] \\ &= p'_y \cdot \bar{y}(p_y, w_x, z) - w'_x \bar{x}(p_y, w_x, z) \end{aligned} \quad [30]$$

*à tenir fixe, mais allouer en c et -c  
il faudrait le contrainte  $z_c + z_{-c} = \bar{z}$   
à moins que  $z_c$  et  $z_{-c}$  ne soient fixes.*

$\bar{x}, \bar{y}$  étant la solution de [28]. On en déduit l'expression du prix dual pour le foncier en différenciant par rapport à  $z_T$  :

$$\frac{\partial \pi R}{\partial z_T} = p_c \cdot \frac{\partial \bar{y}_c}{\partial z_T} + \sum_{j \neq c} p_j \cdot \frac{\partial \bar{y}_j}{\partial z_T} - \sum_i w_i \cdot \frac{\partial \bar{x}_i}{\partial z_T} \quad [31]$$

Utilisant [29] et le fait que  $\bar{y}_c = f(\bar{x}, \bar{y}_{-c}, z)$ , il vient <sup>9</sup> :

$$\bar{w}_T = \frac{\partial \pi R}{\partial z_T} = p_c \left( \frac{\partial f}{\partial z_T} \right)_{\bar{x}, \bar{y}_{-c}, z_T} \quad [32]$$

Le rendement céréalier optimal, en présence de facteurs quasi-fixes s'écrit :

$$\bar{r} = \frac{\bar{y}_c}{\bar{x}_T} = \frac{(\partial y_c / \partial z_T)}{\gamma} = \frac{1}{\gamma} \left( \frac{\partial f}{\partial z_T} \right)_{x, y_{-c}, z_T}$$

*mais pourquoi pas 25  
de plus, considère-t-on seulement la quantité  $\bar{y}_c$  de tous jours, ou aussi l'alloca-tion?*

soit encore, en utilisant [32]

$$\bar{r} = \frac{\bar{w}_T}{p_c \gamma} \quad [33]$$

<sup>9</sup>  $\left( \frac{\partial f}{\partial z_T} \right)_{x, y_{-c}, z_T}$  désigne la dérivée partielle de la fonction de production calculée au point  $(\bar{x}, \bar{y}_{-c}, z)$ ,  $(\bar{x}, \bar{y}_{-c})$  étant solution de [28] et  $(\bar{x}, \bar{y}_{-c}, z_T)$  étant maintenu constant.

Nous retrouvons donc l'expression générale du tableau (2) ; le prix dual  $\overline{w_T}$ , de même que l'élasticité de production  $\gamma$  sont des fonctions de  $p_y, w_x$  et  $z$ , donc des niveaux de déséquilibre caractérisant d'autres facteurs de production ou le niveau d'offre contraint des produits autres que céréaliers.

Nous avons vu précédemment que le futur des rendements sera expliqué par la résorption de l'inefficacité allocative associée au foncier, autrement dit de la convergence de  $\overline{w_T}$  vers  $w_T$ . Cette résorption sera assurée tout autant par l'évolution de la quantité de terre que par celle des autres facteurs et produits, selon leur degré de flexibilité : main d'oeuvre familiale, équipement matériel, ... .

La fonctionnelle  $f$  utilisée ici peut inclure enfin un indice de progrès technique qui, en réalité, modifie temporellement la structure factorielle : en général, il s'agit encore d'une économie de main d'oeuvre associée à la nécessité d'une ressource humaine plus qualifiée, d'un accroissement de l'intensité capitaliste, ... . Le progrès technique conduit ainsi à des gains de productivité mais néanmoins difficiles à isoler économétriquement du fait de la dépendance avec des effets d'échelle, les aléas climatiques, ... . En observant les trends sur longue période, la croissance du rendement moyen à l'hectare pour le blé tendre a été d'environ 3 % par an entre 1959 et 1991.

Les résultats concernant la généralisation du modèle permettent de reprendre le tableau [2] précédent afin de proposer une mesure générale de la variation relative des rendements, englobant l'ensemble des cas de figure, soit :

$$\frac{\Delta R}{R} = \left[ \frac{P_o \gamma_o \overline{w_{oT}}}{(\rho) p_l \gamma_l w_{oT}} \right] \quad [34]$$

$\overline{w_{oT}}$  et  $\overline{w_{lT}}$  désignent les prix fictifs du foncier, respectivement avant et après réforme<sup>10</sup>. Ces prix sont en quelque sorte une mesure duale du déséquilibre factoriel dans le sens où ils sont dérivés de la fonction de profit restreint ; ils s'identifient aux prix du foncier dans le cas où ce facteur se trouve alloué de manière optimale. Les termes  $\gamma_o$  et  $\gamma_l$  désignent les élasticités de production du foncier estimées respectivement aux niveaux de production de l'avant et de l'après-réforme. Le terme correctif  $\rho$  est adjoint à [34]) pour la modalité "producteurs professionnels".

Quelque soit la modalité envisagée, petit producteur ou producteur professionnel, terre

---

#### $\frac{\Delta R}{R}$

<sup>10</sup> Rappelons que dans le tableau 1, les expressions  $\frac{\Delta R}{R}$  obtenues dans le cas "terre fixe" sont des approximations correspondant aux premiers termes du développement limité de [32] ou [33].



$$r < \frac{w_T}{(p_o - p_1) + p_1 \gamma} \quad [36]$$

soit encore en faisant apparaître l'expression du rendement avant-réforme (en supposant  $\gamma$  constant) :

$$r < \frac{w_T}{p_o \gamma \left[ \frac{1}{\gamma} \left( 1 - \frac{p_1}{p_o} \right) \right]} \quad [37]$$

Le rendement de référence régional est la moyenne écrêtée des rendements céréaliers constatés entre 1986/87 et 1990/91 ; au niveau français, le rendement de référence retenu est en fait la moyenne pondérée du rendement national pour 1/3 et du rendement départemental pour 2/3. Dès lors, nul doute que, du moins pour les régions les mieux loties d'un point de vue agronomique, le rendement de référence soit largement inférieur au rendement régional optimal  $w_T / p_o \gamma$  avant réforme <sup>11</sup>.

Connaissant le rapport  $\frac{p_1}{p_o}$  après réforme, le rendement de référence sera clairement dépassé dans le cas des petits producteurs dès que  $\left[ \frac{1}{\gamma} \left( 1 - \frac{p_1}{p_o} \right) \right] < 1$  soit,  $\gamma > 0,29$ . L'effet "dépassement de r" sera d'autant plus soutenu si l'on prend en compte un trend autonome de progrès technique.

## 7. CONCLUSION

L'évolution des rendements céréaliers a été analysée ici en parcourant les diverses situations possibles d'efficacité micro-économique, depuis l'inefficacité technique jusqu'à l'efficacité-prix. Ce niveau d'efficacité conditionnera vraisemblablement l'efficacité de la régulation de l'offre céréalière. Parallèlement, la formalisation qui a été adoptée a mis en évidence différents effets de l'aide directe sur la structure de l'offre agricole ; cette aide peut s'interpréter comme une rente foncière différenciée régionalement. Dans les régions les mieux loties, cette rente risque d'être capturée à moyen terme par le jeu des transactions foncières et constituer dès lors un frein à l'obtention des gains futurs de productivité. Dans les régions les moins bien loties, le faible niveau de l'aide ne peut qu'accélérer et achever l'éviction du travail

<sup>11</sup> Cela s'illustre en partie par la demande de références individuelles faites par certaines organisations professionnelles.

fixe ou variable, l'effet-prix apparaît clairement dépresseur sur les rendements. cela étant, une application économétrique permettrait de mesurer l'amplitude des effets amortisseurs de cette baisse : effet-gel, situation de rendements décroissants, fixité à court terme de certains facteurs ou produits, ... par ailleurs, celle-ci nécessite une approche duale pour estimer les prix fictifs du foncier (cf. expression [34]) et donc la construction de prix (coûts d'usage, salaire d'opportunité, prix implicites,...). Une telle construction est objectivement hasardeuse sur les données individuelles du RICA dont nous disposons mais surtout capture les inefficacités techniques et allocatives qui caractérisent les exploitations agricoles. Une autre raison motive une extrême prudence lors d'éventuelles applications économétriques. Nous avons raisonné en effet dans le cadre d'un équilibre partiel, prenant en compte un plus ou moins grand nombre de facteurs ou produits susceptibles à court ou moyen terme de s'ajuster à la baisse des prix céréaliers. Dès lors, dans quelle mesure, le sous-ensemble de biens et prix retenu pour la mécanique d'équilibre partiel peut-il être considéré comme pertinent ? Autrement dit, l'idée est de sélectionner une mécanique d'équilibre partiel incluant les prix et les quantités les plus flexibles à la baisse des prix céréaliers. Dès lors, la modélisation microéconomique ne rend pas compte exhaustivement et à court terme de l'effet possible sur les rendements. Il semble ainsi probable, ne serait-ce qu'au vu des récentes évolutions des prix des consommations intermédiaires, que l'effet prix céréalier sera également amorti à court terme par un ajustement des prix d'autres biens associés à la combinaison productive agricole : engrais, produits phytosanitaires, équipement matériel mais aussi les prix des substituts céréaliers. Nous décrivons ici la mécanique du principe de Le Châtelier - Samuelson généralisé selon lequel l'élasticité d'une offre du bien  $x$  sera d'autant moins forte que le nombre de marchés pouvant s'ajuster à la variation du prix de  $x$  est important (Diewert, 1981).

## 6.2. Comparaison rendement de référence rendement optimal

Les producteurs céréaliers ne produiront pas au-delà du rendement de référence régional : tel est le présupposé sur lequel s'appuie la Commission européenne pour vérifier la compatibilité entre le pré-accord de novembre 1992 et la réforme de la PAC. La logique du modèle présenté ici permet d'en douter, du moins pour certains cas de figure. En effet, prenant le cas des petits producteurs, il nous faut comparer le rendement après réforme et celui de référence sur lequel se fonde l'aide directe, soit à déterminer le signe de :

$$\frac{w_T - (p_0 - p_1)r}{p_1 \gamma} - r \quad [35]$$

Les céréaliers seront incités à produire au-delà de  $r$  si :

agricole.

Les prolongements de cette étude peuvent s'inscrire dans plusieurs directions. Au travers tout d'abord de la construction de frontières non paramétriques duales révélant les inefficacités allocatives. Les résultats obtenus lors de l'analyse non paramétrique nécessitent aussi d'être confirmés à partir d'échantillons plus importants.

Par ailleurs, l'ensemble de la formalisation peut être réappliqué sur d'autres systèmes de production associant notamment l'élevage. Enfin, l'harmonisation de ces résultats de type micro-économique avec une modélisation macro-économique serait intéressante à développer suivant la logique du principe de Le Châtelier-Samuelson généralisé, une logique qui conduit à formaliser une mécanique d'équilibre partiel ne retenant que les biens et prix les plus flexibles à la politique de régulation qui est analysée.

## BIBLIOGRAPHIE

AGRA EUROPE, 26 février 1993.

BANKER R.D., CHARNES A., COOPER W.W. (1984), Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, vol. 30, n° 9, 1078-1092.

BANKER R.D., MAINDIRATTA A. (1988), Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production. *Econometrica*, vol. 56, n° 6, 1315-1332.

CHARNES A., COOPER W.W., RHODES E. (1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

DI EWERT W.-E., (1981), The elasticity of Derived net supply and a Generalized Le Chatelier Principle. *Review of Economic Studies*, XLVIII, p.63-80.

FARRELL M.J. (1957), The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120. Part. 3, 253-290.

FARRELL M.J., FIELDHOUSE M. (1962), Estimating Efficient Production Functions under Increasing Return to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120, part 2, 252-267.

HANOCH G., ROTSCCHILD M. (1972), Testing the Assumptions of Production Theory : A Nonparametric Approach. *Journal of Political Economy*, 80, 256-275.

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

LEATHERS H.-D., 1992, The market for land and the Impact of Farm Programs on Farm Numbers. *American Journal of Agricultural Economics*, May 92, 291-298.

PIOT I., VERMERSCH D. (1992), Mesure non paramétrique des efficacités : une approche duale. *INRA-ESR, unité environnement et ressources naturelles*, 45 p.

SHEPHARD R.W. (1970), *Theory of cost and production functions*. Princeton University Press, Princeton N.J.

VARIAN H. (1984), The Nonparametric Approach to Production Analysis. *Econometrica* 52, 579-599.

VERMERSCH D., (1990), "Une mesure des économies d'échelle locales de court terme : application au secteur céréalier". *Revue d'Economie Politique*, n°100, Mai-juin 1990, p. 349-362.

VERMERSCH D., BOUSSEMART J.P., DERVAUX B., PIOT I., (1992), Réforme de la Politique Agricole Commune, Evolution des rendements céréaliers entre inefficacité technique et prix-efficacité. Rapport pour le Ministère de l'Economie et des Finances, Direction de la Prévision, 106 p..