



HAL
open science

Inefficacité technique et réduction des effluents d'origine animale : le cas de la production porcine

Isabelle Piot-Lepetit, Pierre Rainelli

► To cite this version:

Isabelle Piot-Lepetit, Pierre Rainelli. Inefficacité technique et réduction des effluents d'origine animale : le cas de la production porcine. 3èmes Rencontres Scientifiques Internationales:Territoire, Territorialisation, Territorialité, Mar 1995, Brest, France. 12 p., 1995. hal-02850493

HAL Id: hal-02850493

<https://hal.inrae.fr/hal-02850493>

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
ÉCONOMIQUE ET STATISTIQUE
199, RUE DE SAINT-BRIEUC
35000 RENNES CEDEX
TÉL. 02 99 28 20 00

INEFFICACITE TECHNIQUE ET REDUCTION DES EFFLUENTS D'ORIGINE ANIMALE : LE CAS DE LA PRODUCTION PORCINE

TECHNICAL INEFFICIENCY AND ANIMAL WASTE ABATEMENT: THE CASE OF PIG PRODUCTION

Isabelle PIOT, Pierre RAINELLI

INRA, Economie, 65 rue de Saint Brieuc, 35042 RENNES CEDEX

ABSTRACT

The first part of the paper is devoted to a brief survey of the firm inefficiency literature. This concept is defined by the distance between the observed production level and the maximum attainable level which could be reached in case of optimal use of inputs, i.e. the frontier production function. In the literature many parametric and nonparametric approaches are developed. In this paper we propose a nonparametric method, Data Envelopment Analysis (DEA) based on linear programming.

This approach is implemented using a cross-section of 107 French pig farms. DEA permits a classification of the farms according to their efficiency. Half of them are efficient with a score equal to 1. The first results show that inefficiency is linked to bad level of education which characterises the oldest farmers. A more complete approach needs a larger sample to compute both scale efficiency and technical efficiency.

Key words:

Technical efficiency, Data Envelopment Analysis, Pig production.

INRA-ESR
REN-IPN:06

L'efficacité individuelle se réfère pour le producteur à la manière dont il maximise son profit à travers le choix des biens qu'il va mettre sur le marché et la combinaison productive qu'il adopte pour ce faire. Dans certaines conditions relatives à la technologie de production et au marché, la résorption des inefficacités individuelles se conjugue avec un gain dans l'efficacité collective. Le gain des producteurs se fait sans qu'il y ait pénalisation d'autres agents, et peut-être même certains verront leur situation s'améliorer.

Cette compatibilité entre niveau individuel et collectif, qui débouche sur une amélioration de l'efficacité parétienne, se rencontre dans la production agricole lorsqu'il y a un mauvais emploi des intrants polluants, ceux-ci étant source d'externalités négatives. Plus particulièrement le domaine des productions jointes, où l'élaboration d'un produit marchand s'accompagne d'une production non désirée offre un champ intéressant d'application. Le cas de la production porcine est à cet égard exemplaire compte tenu des problèmes soulevés par ces ateliers, notamment dans les zones connaissant une forte intensification comme la Bretagne.

Dans une première partie la notion d'inefficacité est présentée essentiellement sous forme graphique. Cette présentation s'accompagne d'un panorama des méthodes permettant la mesure des inefficacités. La deuxième partie est consacrée à l'analyse des résultats obtenus à partir d'un échantillon d'une centaine d'exploitations porcines.

1. GENERALITES SUR LA NOTION D'INEFFICACITE ET SA MESURE

En restant cantonné au niveau des agents et non de la société, l'inefficacité se réfère à une allocation optimale des ressources dans une activité productive. Cela renvoie donc à la notion de fonction de production frontière et aux divers types d'inefficacité. Cet aspect fait l'objet d'un premier point. Le second point est consacré aux questions de mesure des inefficacités et donc aussi à l'étude des frontières de production d'un point de vue statistique.

1.1. FONCTIONS FRONTIERES ET NOTIONS D'INEFFICACITE

Classiquement, la fonction de production "indique le niveau maximum de production qui peut être obtenu à partir de tout ensemble spécifié de facteurs de production pour une technologie ou un 'état de l'art' donnés", GOULD-FERGUSON (1982), p. 145. Cette définition qui relève d'une approche primale, vaut tout autant dans une perspective duale.

En effet, sous certaines conditions de régularité de la fonction de production, et sous l'hypothèse d'un comportement d'optimisation du producteur, l'ensemble des choix techniques peut être représenté de manière équivalente par :

- la fonction de coût qui exprime le niveau minimum de coût auquel on peut produire une quantité donnée, connaissant le prix des intrants,
- la fonction de profit qui donne le profit maximal possible connaissant le prix du produit et celui des intrants.

Quelle que soit la fonction retenue (de production, de coût ou de profit), l'aspect maximum ou minimum est primordial, ce qui explique le recours à la notion de fonctions frontières, car dans chaque situation on se limite à l'ensemble des cas possibles. On peut toujours avoir des

entreprises qui produisent moins que le maximum possible et qui sont donc en dessous de la frontière de production. De même pour les frontières concernant le profit ou le coût. Les distances auxquelles se situent les firmes par rapport à ces frontières donnent une mesure de leur inefficacité.

Cependant, il existe plusieurs sortes d'inefficacité comme l'a montré FARRELL. Nous appuyant sur la présentation faite par FORSUND et al. (1980), nous allons préciser cette question. Toutefois, il convient au préalable de partir d'une présentation simplifiée de la fonction de production.

Soit une exploitation produisant la quantité Y de porc à l'aide de deux types de facteurs de production :

X_1 agrégat regroupant les facteurs fixes (essentiellement capital et travail)

X_2 agrégat regroupant les facteurs variables (principalement les aliments du bétail).

On peut écrire : $Y = f(X_1, X_2)$

Cette fonction de production permet d'établir le niveau maximal de production de porc techniquement réalisable à l'aide de ces deux intrants. Si on suppose les rendements d'échelle constants, on peut écrire :

$$1 = f(X_1/Y, X_2/Y)$$

Ceci permet de construire l'isoquante unitaire U (figure 1) qui exprime toutes les combinaisons possibles de facteurs fixes (agrégat X_1) et de facteurs variables (agrégat X_2). Ces combinaisons sont celles qui autorisent la production d'un porc standard de la manière technique la plus efficace possible. C'est la frontière des possibilités de production.

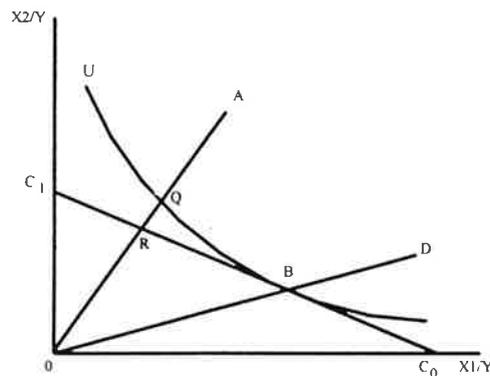
Si à présent l'agriculteur tient compte du prix de chacun de deux facteurs X_1 et X_2 , il n'a pas intérêt à choisir n'importe quelle combinaison de ces agrégats. Il a intérêt à prendre celle qui correspond à B , point de contact entre la courbe U et la droite d'isocoût $C_0 C_1$, droite qui indique les diverses quantités de facteurs qui peuvent être achetées pour un montant total donné. En B il y a égalisation entre le taux marginal de substitution technique et le rapport du prix des facteurs (rayon OB).

Ainsi au point B on a la situation idéale où techniquement on produit dans les meilleures conditions possibles et avec la proportion des facteurs qui permet d'avoir le coût le plus faible. A partir de là il est aisé de voir les types de situations où l'efficacité est mise en défaut. La plus simple concerne les exploitations du type D qui sont dans le prolongement du rayon OB . Le rapport des facteurs de production est dans la bonne proportion, mais on est en-deçà de l'isoquante unitaire. Pour ce rapport des prix (efficacité allocative) l'agriculteur est performant ; toutefois, au plan technique il n'est pas bon. On a donc ici une simple inefficacité technique (cf. Figure 1).

Dans le cas de l'agriculteur A , il y a cumul d'inefficacité technique (on est en-deçà de U) et d'inefficacité dans l'utilisation de la proportion des facteurs (inefficacité allocative).

La première s'apprécie à l'aide du rapport OQ/OA . La seconde se mesure à partir du rapport OR/OQ . L'inefficacité totale s'écrit : $\frac{OR}{OA} = \frac{OQ}{OA} \times \frac{OR}{OQ}$.

Figure I. Combinaison productive optimale et inefficacité technique et allocative



Quand on ramène l'exploitation A en Q on élimine l'inefficacité technique et le coût de production diminue de $(I-OQ/OA)$. Lorsqu'on passe de la position Q à la position B , on élimine l'inefficacité allocative et le coût de production diminue de $(I-OR/OQ)$.

Les premiers travaux de FARRELL sont de portée limitée puisqu'il utilise une technologie monoproduit à rendements constants. Les développements ultérieurs, notamment avec BANKER et al. (1984) vont permettre d'étendre les mesures d'inefficacité à des technologies multiproduits à rendements variables.

Notons qu'en plus de l'inefficacité-prix ou allocative, et de l'inefficacité technique, on peut aussi définir une inefficacité d'échelle quand il y a un écart entre l'efficacité du moment et une efficacité qui serait atteinte dans une situation d'équilibre compétitif de long terme où le profit est nul. Ceci résulte d'une situation initiale où l'on a des rendements d'échelle croissants dans l'unité productive concernée, ou bien des rendements décroissants de l'inefficacité technique.

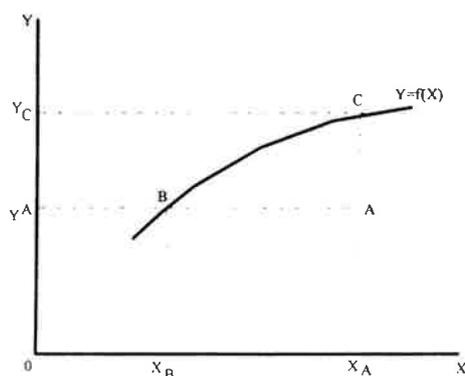
1.2. LA MESURE DE L'INEFFICACITE TECHNIQUE

Au lieu de raisonner dans l'espace des facteurs de production, on peut mesurer l'efficacité à partir du concept de fonction de production. La fonction de transformation, qui en est une généralisation au cas multiproduits-multifacteurs, spécifie les quantités maximales de production qui peuvent être obtenues pour tout niveau donné de facteurs. En la considérant comme la frontière de l'ensemble des possibilités de production des entreprises on peut dire qu'elle caractérise la meilleure utilisation des facteurs dans le processus de production. Toute variation par rapport à cette limite est alors interprétée comme étant une inefficacité.

La figure II en donne une représentation simplifiée où l'on a une fonction de production monoproduit-monofacteur $Y = f(X)$ avec Y le niveau de production porcine, X étant l'aliment du bétail utilisé.

L'exploitant A , qui est inefficace, se trouve à l'intérieur de l'ensemble des possibilités de production. La résorption de l'inefficacité technique par rapport à l'intrant conduit à projeter le plan de production sur la frontière en B d'où une réduction de l'intrant de X_A à X_B . De manière alternative on peut raisonner par rapport au produit où la résorption de l'inefficacité se traduit par une augmentation du niveau de production tout en conservant une consommation inchangée des ressources productives (passage de A en C avec la production Y_C au lieu de Y_A). La résorption de l'inefficacité-prix a lieu lorsque le producteur se positionne entre B et C .

Figure II. Résorption de l'inefficacité technique



Pour mesurer cette inefficacité technique on s'est d'abord basé sur la construction de la frontière de production à partir d'une approche paramétrique où l'estimation se fait après avoir défini une forme fonctionnelle explicite. On a eu souvent recours à la Cobb-Douglas, puis à la translog.

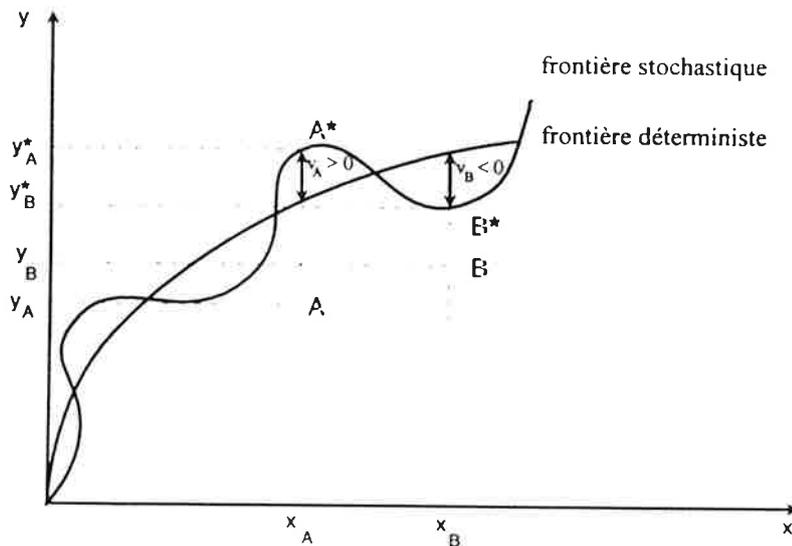
Dans sa première version, l'approche paramétrique a eu un caractère déterministe. On y définit l'inefficacité technique sous forme d'un écart u entre y niveau de production de la firme et y^* niveau susceptible d'être atteint. Par définition, l'écart u est non négatif. L'inconvénient est que toutes les observations sont contraintes à être sur ou sous la frontière de production estimée, d'où une grande sensibilité des résultats par rapport aux points extrêmes.

Même si des techniques permettant d'assouplir les contraintes de cette approche ont été proposées, la méthode déterministe réduit le nombre d'observations retenues comme efficaces et elle présente des limites du point de vue statistique. La restriction la plus forte tient au fait que les possibilités de perturbation des performances par des facteurs aléatoires ne soient pas prises en considération, ce que permet l'utilisation d'une frontière de production stochastique. Dans ce cas le terme d'erreur est décomposé en deux éléments dont un qui capte les erreurs de mesure et les chocs aléatoires échappant au contrôle de la firme.

Ce modèle conduit à ce que la production observée soit bornée par une quantité stochastique et non plus une quantité déterministe, comme précédemment. La figure III illustre cette différence à partir de la situation des deux exploitations A et B . La frontière stochastique se situe autour de la frontière déterministe car le terme d'erreur aléatoire capte les chocs exogènes.

L'exploitation A utilise les intrants dans une proportion donnée par le vecteur X_A et obtient le produit Y_A . La quantité stochastique de référence est en A^* . Elle excède la valeur de la frontière déterministe car cette activité productive est associée à des conditions favorables qui font que l'erreur aléatoire est positive. Pour l'exploitation B , il y a utilisation de X_B d'intrants et production de Y_B . Mais là la quantité stochastique B^* associée est inférieure à celle fournie par la frontière déterministe puisque l'activité a lieu dans des conditions défavorables (erreur aléatoire négative).

Figure III. Frontière de production stochastique



A côté de l'approche paramétrique, à ce jour la plus utilisée, FARRELL (1957) a proposé une approche non paramétrique dont l'intérêt est l'absence d'hypothèse quant à la forme fonctionnelle et la probabilité de distribution des erreurs aléatoires. L'approche non paramétrique décrit simplement la frontière technologique grâce à une enveloppe des observations présentant les meilleurs résultats. L'efficacité d'une exploitation est appréciée par rapport à ces observations, ce qui signifie que l'on mesure ici une inefficacité relative. En effet si l'échantillon est constitué uniquement d'exploitations moyennes, on se réfère à une technologie éloignée de l'optimum, d'où une appréciation biaisée de l'efficacité. D'un point de vue technique en fonction des informations disponibles on peut recourir à l'approche "Data Envelopment Analysis" (DEA) ou à l'approche du comportement révélé. La première est la moins exigeante. A partir des quantités de facteurs et de produits observées, elle permet une mesure de l'efficacité technique, et à partir du prix de marché de chaque intrant et chaque produit elle rend possible la détermination de l'efficacité-prix. La seconde suppose la connaissance des prix propres à chaque agent ce qui autorise une décomposition de l'efficacité totale en deux termes, l'un technique et l'autre allocatif.

Nous n'évoquerons ici que la première méthode puisque c'est celle que nous avons utilisée dans les estimations présentées dans la deuxième partie. DEA fait reposer une surface linéaire par morceaux au sommet des observations et met en place un processus d'optimisation qui considère chaque firme individuellement. Reprenant l'approche de FARRELL (1957), CHARNES et al. (1978) l'étendent à une situation multiproduits-multifacteurs. Leur construction permet une réduction à une situation monoproduit-monofacteur fictive. Pour une exploitation donnée, on obtient ainsi un ratio tel que la valeur de 1 représente la référence (unité en situation optimale). Les travaux de BANKER et al. (1984) permettent de généraliser cette mesure aux cas où existent des économies d'échelle.

D'autres travaux tels ceux de FARE et GROSSKOPF (1983) ont amélioré la méthode en autorisant le relâchement d'hypothèses restrictives comme la libre disposition en intrants et en produits. Cette possibilité se révèle particulièrement intéressante dans le cas de la production porcine avec la mise en oeuvre de la Directive nitrates d'origine agricole qui limite la disposition en azote d'origine animale à 170 kg par hectare.

Allant au-delà, DEPRINS et al. (1984) ont totalement relâché l'hypothèse de convexité avec l'approche "Free Disposal Hull" (FDH). Cette méthode opère par simple comparaison des combinaisons d'intrants et de produits de sorte que l'on puisse déterminer celles qui sont

dominantes. Une observation est dite dominée si elle utilise plus de facteurs pour obtenir un niveau donné de produit, ou si avec un certain montant de facteurs, elle conduit à un niveau de production inférieur à celui des autres observations. La technologie ainsi définie a la forme d'un escalier où chaque marche correspond à un plan de production efficace.

Toutes les mesures que l'on vient d'évoquer ont des caractéristiques radiales. Toutefois il existe des mesures non radiales dont l'intérêt est de permettre des réductions de facteurs, ou des augmentations de produits non proportionnelles. Pour ce faire, on affecte à chaque facteur, ou à chaque produit un coefficient qui mesure son inefficacité. La position de l'entreprise sera déterminée à l'aide de la moyenne des efficacités de chaque bien. Cela conduit à une projection de l'observation inefficace sur la frontière au plus près, et non plus le long d'un rayon issu de l'origine.

2. APPLICATION A LA TECHNOLOGIE PORCINE

Dans un premier point, nous présentons le modèle, le second point étant consacré à l'analyse des résultats.

2.1. PRESENTATION DU MODELE

La technologie de production est définie, sur une période de temps donnée, comme l'ensemble de tous les facteurs permettant de produire certains niveaux de biens. Soit $x \in R_+^N$ le vecteur des facteurs de production et $(y, y_A) \in R_+^M$ celui des produits avec y le vecteur des productions recherchées (animale ou végétale) et y_A le niveau d'azote organique associé à l'activité de production porcine. La technologie s'écrit :

$$T = \{ (x, y, y_A) : (y, y_A) \text{ est produit à partir de } x \} \quad (1)$$

Pour représenter cet ensemble, nous utilisons l'approche *DEA* qui estime une technologie linéaire par morceaux. Si l'on suppose que notre échantillon contient J exploitations indicées par j , (1) se réécrit comme suit :

$$\begin{aligned} \bar{T} = \{ (x, y, y_A) : y \leq \sum_{j=1}^J \lambda^j y^j, y_A \leq \sum_{j=1}^J \lambda^j y_A^j, x \geq \sum_{j=1}^J \lambda^j x^j, \lambda^j \geq 0 \\ j = 1, \dots, J, \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \} \end{aligned} \quad (2)$$

où λ^j est un vecteur intensité servant à construire la technologie de production.

La mesure de l'efficacité utilise la notion de fonction distance de SHEPHARD (1970). Cette dernière peut être définie sur deux coupes de T . Dans la dimension des facteurs, elle mesure la contraction équiproportionnelle (ou radiale) minimale de tous les facteurs qui permet à une observation située à l'intérieur de l'ensemble de production de rejoindre la frontière. La seconde, dans la dimension des produits, mesure l'extension radiale maximale de tous les produits permettant à une observation de résorber son inefficacité technique (cf. Figure II).

D'une manière générale, l'environnement interne ou externe des exploitations ne permet pas d'opérer des ajustements équiproportionnels de tous les facteurs ou produits, du fait

notamment de la présence, à court terme, de rigidités factorielles ou de contraintes réglementaires. Cet environnement va intervenir sur la résorption, par l'agent de ses inefficacités techniques.

Au niveau interne, les contraintes correspondent aux quasi-fixités¹ des facteurs tels que la terre ou le travail familial. Ces variables peuvent difficilement s'ajuster à la baisse, tout au moins à court terme. L'efficacité technique d'une exploitation en présence de contraintes de fixités sur certains facteurs est inférieure ou égale à la mesure de l'efficacité technique de cette même exploitation lorsque l'ensemble des facteurs peut s'ajuster. En d'autres termes la réduction potentielle des quantités d'intrants variables, à niveau de production donné, est plus forte en présence de facteurs quasi-fixes (PIOT, VERMERSCH, 1995).

Au niveau externe, les contraintes sont de type réglementaire. La directive 91/676/CEE qui vise à limiter la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole prévoit que dans les zones vulnérables², les agriculteurs devront modifier leurs pratiques agricoles, notamment en limitant leurs épandages de déjections animales. La limite de 210 kg d'azote par hectare a été retenue pour une période allant de décembre 1995 à décembre 1999, après cette date, la dose maximale autorisée sera ramenée à 170 kg. On sait que la position française a été plutôt restrictive puisque la norme a été fixée immédiatement à 170 kg.

Dans un tel contexte, l'éleveur est incité à résorber son inefficacité en tenant compte du volume des effluents présents sur son exploitation qu'il va chercher à réduire en même temps que l'ensemble de ces facteurs variables. D'où nous utilisons la mesure de l'efficacité suivante :

$$D(x, y, y_A) = \min_h \{h > 0 \mid (hx, y, hy_A) \in T\} \quad (3)$$

On a $D(x, y, y_A) \leq 1$ si et seulement si $(x, y, y_A) \in T$.

En d'autres termes, $1 - D(x, y, y_A)$ représente la diminution équi-proportionnelle potentielle de tous les facteurs variables et du niveau d'azote organique à volume produit y inchangé par rapport à l'ensemble T . En reprenant la définition de la technologie en (2), la mesure de l'efficacité peut encore s'écrire :

¹ Le terme de quasi-fixe qualifie des facteurs de production fixes à court terme mais pouvant s'ajuster à moyen ou long terme.

² Zones où la teneur en nitrates des eaux souterraines et de surface dépasse déjà le seuil limite de 50 mg/l ou zones où les teneurs mesurées depuis plusieurs années ne cessent d'augmenter pour se rapprocher de ce seuil.

$$\begin{array}{l}
\min_{h, \lambda} h \\
s/c \left\{ \begin{array}{l}
y \leq \sum_{j=1}^J \lambda^j y^j \\
h \cdot y_A \leq \sum_{j=1}^J \lambda^j y_A^j \\
x_F \leq \sum_{j=1}^J \lambda^j x_F^j \\
h \cdot x_V \geq \sum_{j=1}^J \lambda^j x_V^j \\
\sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \\
\lambda^j \geq 0 \quad j = 1 \dots J
\end{array} \right.
\end{array} \quad (4)$$

où x_F désigne le vecteur des facteurs quasi-fixes et x_V celui des facteurs variables. Pour obtenir une mesure individuelle de l'efficacité technique pour l'ensemble des exploitations de l'échantillon, un programme linéaire est résolu par observation. La section suivante présente les résultats obtenus à partir d'un échantillon de 107 exploitations porcines du RICA (Réseau d'Information Comptable Agricole) pour l'année 1991.

2.2. ESTIMATIONS ET RESULTATS

Nous supposons que la technologie agricole modélisée ici comporte trois produits : le produit animal, le produit végétal et l'azote organique disponible. Les deux premiers outputs sont exprimés en francs et le dernier en kilogrammes. Nous considérons quatre facteurs fixes : la terre mesurée en hectare, le travail en UTA³ ainsi que le matériel et les bâtiments exprimés en francs. Les facteurs variables pris en compte sont : l'engrais minéral exprimé en kilogrammes, les autres achats courants concernant les productions végétales (en F), les achats courants concernant les productions animales (en F) et enfin les autres charges telles que le fermage, les charges sociales... Il est à remarquer que ne disposant pas des surfaces d'épandage en dehors de l'exploitation, on est amené à raisonner comme si tous les effluents se retrouvaient sur l'exploitation.

Notons, enfin, que l'agrégation linéaire des produits et des facteurs en valeur introduit un biais car on obtient une mesure de l'efficacité économique. Toutefois, en supposant que tous les producteurs font face à la même structure de prix, on peut estimer que les scores calculés reflètent essentiellement l'efficacité technique.

Le score d'efficacité est en moyenne de 0,94 sur l'ensemble de l'échantillon. Une contraction de 6 % de tous les facteurs variables et de l'azote organique est possible pour l'ensemble des exploitations non efficaces. Cette réduction pouvant être détaillée par facteur, on observe qu'elle est alors de 9 % pour les engrais achetés.

³ Une UTA (Unité de Travailleur Annuelle) est équivalente à 2200 heures de travail par an à raison de 8 heures par jour pendant l'exercice, soit 275 jours de 8 heures. Pour un temps partiel, on calcule une UTA partielle égale au temps de travail divisé par 2200 heures.

Les résultats présentés dans le tableau N° I fournissent une distribution des exploitations selon qu'elles sont efficaces (score de 1), moyennement efficaces (score entre 0,85 et 1) ou peu efficaces (score inférieur à 0,85). Deux critères de structure simples (taille moyenne, âge moyen des chefs) sont adjoints.

Tableau N° I. Distribution des exploitations porcines du RICA selon leur score et caractérisation des groupes par la taille moyenne et l'âge moyen

	score = 1	0,85 < score < 1	score < 0,85	Total
Nombre d'individus	55 (51,4 %)	34 (31,8 %)	18 (16,8 %)	107 (100)
SAU moyenne (ha)	27,72	29,66	26,89	28,19
Age moyen	40	42	47	41

La caractérisation sommaire des classes d'exploitations, d'après leur score, montre que la surface n'intervient pas. Il faut préciser toutefois que les exploitations sans terre n'ont pas été prises en compte. Par contre, il apparaît clairement que l'âge est un élément discriminant. En effet, les exploitants les plus jeunes se trouvent principalement dans la catégorie des efficaces. Enfin, on peut noter que cette catégorie représente plus de la moitié des exploitants, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'on a une technologie relativement au point, et que les producteurs de porcs sont aujourd'hui des professionnels maîtrisant cette technologie. Le tableau N° II qui caractérise les exploitants efficaces, moyennement efficaces et peu efficaces en fonction de leur niveau de formation agricole et générale autorise cette hypothèse.

Tableau N° II. Niveau de formation des chefs d'exploitation et efficacité

	score = 1		0,85 < score < 1		score < 0,85		Ensemble	
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
Formation agricole								
- aucune	7	12,7	4	11,7	4	22,2	15	14,0
- primaire	12	21,8	8	23,5	6	33,3	26	24,3
- secondaire	33	60,0	22	64,7	6	33,3	61	57,0
- supérieure	3	5,5	-	-	2	11,1	5	4,7
Formation générale								
- aucune	2	3,6	2	5,9	1	5,6	5	4,7
- primaire	15	27,3	12	35,3	7	38,9	34	31,8
- secondaire	18	69,1	20	58,8	10	55,6	68	63,5

En effet, le tableau N° II met en évidence le poids des chefs d'exploitation ayant un niveau de formation générale et agricole élevés dans la catégorie des efficaces au regard des inefficaces. Ainsi dans la classe de score 1, les 2/3 des exploitants ont une formation agricole secondaire ou supérieure contre 44 % dans la classe inférieure à 0,85.

Enfin, dans le tableau n° III, sont présentés les principaux éléments du bilan azoté des exploitations ramené à l'hectare. Ce bilan est obtenu en calculant les apports d'azote animal selon les normes du CORPEN, tandis que les apports minéraux sont constatés à partir des achats d'engrais.

Quant aux exportations elles sont évaluées à partir du mode d'occupation du sol et en ayant aussi recours aux normes CORPEN.

Tableau n° III. Bilan azoté (à l'ha) des exploitations porcines du RICA selon leur niveau d'efficacité

	score = 1	0,85 < score < 1	score < 0,85	Total
azote animal	823,7	240,3	208,2	534,8
azote minéral	127,7	131,9	128,6	129,2
Apports totaux de N	951,5	372,2	336,8	664,0
Exportation de N	68,4	126,5	106,4	118,9
Excédent de N	883,1	245,7	230,4	545,1

Il apparaît dans le tableau n° III que les exportations les plus efficaces sont celles qui ont le plus fort excédent d'azote à l'ha, excédent dû essentiellement à une production d'effluents animaux considérables. Cela signifie aussi que l'efficacité va de pair avec une taille importante des troupeaux porcins, indiquant par là l'existence d'économies d'échelle. Manifestement, quel que soit leur niveau d'efficacité les exploitants utilisent autant d'engrais achetés. Il y a là une source potentielle de réduction de l'excédent global d'azote, en substituant les apports animaux aux apports minéraux.

Il ne faudrait pas que ce résultat amène à conclure qu'une réduction des inefficacités s'accompagne automatiquement d'un changement d'échelle et donc d'un accroissement de pollution. D'ailleurs, on voit bien qu'il n'y a pas de différence significative de taille des troupeaux entre les exploitants dont le score est inférieur à 0,85 et ceux entre 0,85 et 1. Cela signifie aussi que dans un contexte opérationnel, on a intérêt à dissocier efficacité technique et efficacité d'échelle, ce qui n'a pas été fait ici compte tenu de la taille réduite de l'échantillon.

CONCLUSION

Ce premier travail à caractère exploratoire a montré comment la méthode DEA (Data Envelopment Analysis) pouvait être mise en oeuvre. Les premiers résultats montrant que l'efficacité est directement liée au capital humain sont assez encourageants. Pour déboucher sur des mesures pratiques, il convient, à partir d'échantillons de taille plus importante, d'établir un diagnostic pour chaque exploitation inefficace en estimant ce qui ressort des phénomènes d'échelle et ce qui est dû au mauvais emploi des facteurs de production. En s'attardant plus particulièrement aux intrants polluants on peut ainsi proposer des actions très ciblées susceptibles d'améliorer la situation globale. La mesure de l'efficacité par rapport aux engrais achetés avec une réduction potentielle de 9 % du volume total en est un exemple.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANKER, R.D., CHARNES, A., COOPER, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9) : 1078-1092.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6) : 429-444.
- DEPRINS, D., SIMAR, L., TULKENS, H. (1984). Measuring labor efficiency in post offices, in MARCHAND, M., PESTIEAU, P., TULKENS, H., The performance of public enterprises: concepts and measurement. North-Holland, Amsterdam.
- FARE, R., GROSSKOPF, S. (1983). Measuring congestion in production, *Zeitschrift für Nationalökonomie*. 43 : 257-271.
- FARRELL, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, series A, 120, part. 3 : 253-281.
- FORSUND, F.R., LOVELL, C.A.K., SCHMIDT, P. (1980). A survey of frontier production functions and their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics*, 13(1) : 5-25.
- GOULD, J.P., FERGUSON, C.E. (1982). Théorie microéconomique. *Economica*.
- PIOT, I., VERMERSCH, D. (1995). Mesure de l'efficacité technique en présence de fixités factorielles : une application à l'économie céréalière. *Document de travail INRA-ESR Rennes*.
- SHEPHARD, R.W. (1970). Theory of cost and production functions. Princeton University Press, Princeton N.J.

PROGRAMME RADE

**3^e RENCONTRES SCIENTIFIQUES
INTERNATIONALES**

ACTES DE COLLOQUE

BREST LES 14-15 et 16 mars 1995 au QUARTZ