



HAL
open science

L'élevage laitier et l'environnement : quel impact sur le facteur travail ?

Isabelle Piot-Lepetit, M. Le Moing

► To cite this version:

Isabelle Piot-Lepetit, M. Le Moing. L'élevage laitier et l'environnement : quel impact sur le facteur travail?. 22. Journées de Microéconomie appliquée, May 2005, Hammamet, Tunisie. 15 p. hal-02290718

HAL Id: hal-02290718

<https://hal.science/hal-02290718v1>

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

L'élevage laitier et l'environnement : quel impact sur le facteur travail ?

Isabelle PIOT-LEPETIT, Monique LE MOING

INRA-ESR,

4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex

tél : (33) 2 23 48 53 82 ; fax : (33) 2 23 48 53 80

Isabelle.Piot@rennes.inra.fr ; Monique.LeMoing@rennes.inra.fr

Auteur correspondant : Monique Le Moing

Champs d'applications de la théorie microéconomique :

Analyse de la production, Economie de l'agriculture, de l'environnement et des ressources naturelles, modélisation non paramétrique.

Résumé :

Le risque de pollution de l'eau est élevé dans les régions où la production laitière est fortement concentrée comme dans le grand Ouest de la France. Le nombre de vaches laitières a fléchi au cours des dernières années sous l'influence de politique agricole de contingentement de la production mais a été compensé par une augmentation de l'intensité et une concentration accrue de la production. Ces évolutions structurelles augmentent les risques de pollution que la production laitière fait courir à l'environnement. Pour les atténuer, des technologies et des pratiques de gestion permettant d'améliorer les résultats des élevages laitiers par rapport à l'environnement sont mis en place sous l'influence des réglementations concernant la gestion des effluents d'élevage. Ces changements sont souvent exigeants en terme d'investissement en capital humain. Cet article développe une méthodologie non paramétrique qui permet d'une part d'évaluer l'efficacité technique et environnementale des élevages laitiers de Bretagne et des Pays de la Loire selon le contexte réglementaire en place et d'autre part, d'évaluer le coût de la gestion de la pollution pour les exploitations laitières mais aussi en terme d'impact sur le facteur travail.

Mots-clés :

Efficacité technique, Efficacité environnementale, Prix implicite de la pollution, Charge de travail, Elevages laitiers.

Classification JEL :

D21, Q12, Q51, C61



L'élevage laitier et l'environnement : quel impact sur le facteur travail ?

1. Introduction

La production de lait pose un certain nombre de défis à l'action publique, dans la perspective d'une agriculture viable sur le plan économique, environnemental et social. En particulier, les conséquences de l'élevage laitier sur l'environnement préoccupent de plus en plus l'opinion publique.

Les principaux problèmes d'environnement liés à la production laitière concernent la pollution de l'eau et de l'air ainsi que la biodiversité. La pollution de l'eau provient de l'épandage inapproprié d'effluents et de l'application d'engrais pour la production de fourrage. Les nutriments, en particulier l'azote et le phosphore, sont un facteur important de pollution agricole des eaux de surface, souterraines et marines. Ils dégradent les écosystèmes par eutrophisation et compromettent leur utilisation à des fins récréatives. Le milieu aquatique peut être affecté par les effluents organiques et les agents pathogènes contenus dans les engrais animaux. Les exploitations laitières sont aussi une source d'émission de gaz à effet de serre (GES), provenant surtout de la fermentation entérique (méthane) et de la gestion des effluents (méthane et oxyde nitreux). Les émissions d'ammoniac émanant des bâtiments d'élevage et d'une mauvaise gestion du stockage et de l'épandage des effluents sont une sérieuse préoccupation sur le plan environnemental.

La diminution des atteintes portées à l'environnement par la production laitière, notamment la pollution de l'eau, est un objectif important des politiques publiques mises en place ces dernières années. L'objectif de ces mesures étant d'essayer d'une part de limiter la pollution d'origine ponctuelle, avec par exemple, l'interdiction ou la limitation du déversement direct d'effluents de vaches laitières dans les voies d'eau et d'autre part, de freiner la pollution diffuse, en fixant par exemple, le volume autorisé à l'épandage. L'adoption de technologies et de pratique de gestion plus favorables à l'environnement semblent avoir permis l'infléchissement du risque environnemental par unité laitière (OCDE, 2004). Cependant, cette évolution n'est pas sans incidence sur le facteur travail, c'est à dire sur l'investissement en terme de capital humain.

L'objectif de cet article est double. Tout d'abord, il propose une mesure de l'effet des changements réglementaires en matière de gestion des effluents d'origine animale sur la performance technique et environnementale d'élevages laitiers. D'autre part, il fournit une estimation du coût lié à la gestion de ces effluents de manière globale pour l'exploitation mais aussi de manière plus spécifique en considérant l'impact sur le facteur travail.

Afin de mesurer l'efficacité technique et environnementale, l'approche non paramétrique DEA (Data Envelopment Analysis) est utilisée. Elle permet l'estimation de technologies multi-produits dans un cadre primal via la notion de frontière de production. Sans spécification *a priori* de forme

fonctionnelle et par comparaison des observations d'un échantillon les unes avec les autres, il est possible de définir une frontière de "meilleure pratique" comprenant toutes les observations produisant un niveau donné de biens avec le moins d'intrants possibles. La mesure de l'efficacité technique de Farrell (1957) mesure la distance séparant chaque observation de l'échantillon considéré de cette frontière empirique. Si l'exploitation est un élément de la frontière, elle est déclarée techniquement efficace. Dans le cas contraire, elle présente une inefficacité technique dont la résorption, via une réduction des intrants utilisés, peut améliorer la compétitivité de l'exploitation considérée. Cette amélioration de la performance individuelle d'un producteur n'est pas sans impact positif pour la société dans son ensemble. En effet, un usage plus efficace des intrants limitant la consommation d'aliments, les besoins en énergie et en eau ainsi qu'en réduisant la quantité de polluants de l'eau et de l'air par unité de produit permet des améliorations de productivité de la part des élevages mais aussi de manière indirecte, de la performance environnementale des exploitations.

Les effets environnementaux de l'activité de production laitière sont pris en compte dans le vecteur des produits comme des jointures de production. L'introduction des réglementations sur les rejets polluants est obtenue grâce à l'affaiblissement de l'hypothèse de libre élimination des produits pour ces co-productions génératrices de dégradations environnementales. Dans le travail réalisé ici, plusieurs modèles sont présentés suivants les années afin de caractériser le contexte réglementaire avec la mise en place progressive des mesures visant à réduire les pollution d'origine animale, principalement la pollution azotée. Les mesures mises en place constituent une obligation de changement de pratiques pour les producteurs afin d'améliorer leur performance environnementale de manière directe par l'évolution de leur structure et de leurs pratiques (bâtiments d'élevage, stockage, utilisation et traitement des effluents, ...).

Les travaux de recherches actuellement menés sur le lien entre production laitière et environnement, semblent mettre en avant une amélioration de la performance environnementale des producteurs grâce à l'adoption de technologies et de pratiques d'élevage qui réduisent les émissions ou le risque de pollution (OCDE, 2004). Toutefois, ces changements conduisent souvent à la mise en place de nouvelles technologies de production à forte intensité de capital et exigeantes sur le plan de la gestion. Pour caractériser l'impact des changements technologiques réalisés pour améliorer les performances en matière d'environnement en terme de coût et d'impact sur le facteur travail, l'approche DEA est étendue afin d'utiliser la dualité existant entre les mesures d'efficacité et la fonction de coût de production. Ce point méthodologique nous permet d'obtenir une estimation du prix de l'azote organique (Färe et Primont, 1995, Piot-Lepetit et Vermersch, 1998) ainsi qu'une mesure de l'impact de la gestion de la pollution sur le facteur travail.

Cet article est organisé comme suit. La section 2 décrit l'approche non paramétrique utilisée pour évaluer les mesures d'efficacité technique et environnementale. En utilisant la dualité existant entre la fonction de coût et la mesure d'efficacité technique, la section 3 permet de définir un prix implicite de la pollution. La section 4 présente les résultats d'estimation obtenus à partir d'observations d'élevages

laitiers issues du Réseau d'Information Agricole Comptable (RICA) pour les années 1992 à 1997, situées en Bretagne et dans les Pays de la Loire. Les exploitations sélectionnées sont situées dans le grand Ouest ; région d'importance quant à la production de lait. La période d'étude retenue correspond à la mise en place de la directive européenne concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole (91/676/EEC) dites directive Nitrates et à sa mise en place dans le cadre législatif français avec le lancement du PMPOA (Programme de maîtrise des pollutions d'origine animale). Enfin, la section 5 conclut sur des prolongements de recherche.

2. Mesure de l'efficacité productive et environnementale

Cette partie présente la méthodologie développée dans l'article. Différents modèles permettant de caractériser la situation des éleveurs laitiers selon le contexte réglementaire en matière de gestion des effluents d'élevage sont présentés ainsi que des mesures permettant d'évaluer la performance technique et environnementale des exploitations.

Pour représenter la technologie de production agricole, soit un ensemble de J ($j=1, \dots, J$) exploitations laitières utilisant N facteurs représentés par le vecteur $x \in \mathfrak{R}_+^N$ pour produire M biens représentés par le vecteur $y \in \mathfrak{R}_+^M$ et K rejets polluants ou biens non désirés sur un plan environnemental (l'excédent azoté dans notre étude) représentés par le vecteur $w \in \mathfrak{R}_+^K$. A partir de ces observations, il est possible de définir l'ensemble des possibilités de production S comme suit (Färe *et al.*, 1989):

$$\begin{aligned}
 S = \{ (x, y, w) : & \sum_{j=1}^J \lambda^j y_m^j \geq y_m, m = 1, \dots, M \\
 & \sum_{j=1}^J \lambda^j x_n^j \leq x_n, n = 1, \dots, N \\
 & \sum_{j=1}^J \lambda^j w_k^j = w_k, k = 1, \dots, K \\
 & \left. \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1, \lambda^j \geq 0, j = 1, \dots, J \right\}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Les deux premières contraintes décrivent les niveaux d'intrants nécessaires pour produire un niveau de biens donné. Les produits désirés sont supposés librement disponibles pour le producteur. Leur élimination n'entraîne aucun coût additionnel. La troisième contrainte introduit les co-productions polluantes associées à l'activité de production. Ces biens non désirés sont supposés faiblement disponibles. Leur production ne peut être réduite que suite à une diminution du volume de biens désirés produits ou une augmentation du niveau des intrants utilisés, ce qui s'exprime par l'égalité introduite dans la troisième contrainte (Färe *et al.*, 1989). La dernière contrainte impose une situation de rendements d'échelle à la frontière de production. Ici, l'enveloppe des observations est supposée convexe, c'est à dire que les exploitations présentent des rendements d'échelle variables (constants, croissants ou décroissants).

Selon l'intensité de la régulation environnementale, différentes mesures d'efficacité technique peuvent être mises en œuvre. Avant 1992, date de la mise en place de la directive européenne sur les nitrates et malgré l'existence en France d'une réglementation sur les installations classées, les producteurs étaient peu incités à tenir compte de leurs rejets polluants dans leur comportement d'optimisation. Toute amélioration de leur efficacité technique en vue d'améliorer leur compétitivité consiste en une réduction de leur intrants variables, c'est à dire de leur coût de production pour un niveau de biens produits donné. D'où la mesure d'efficacité technique suivante:

$$ET = \min_h \{h : (h.x, y) \in \tilde{S}\} \quad (2)$$

avec \tilde{S} un sous ensemble de S où les rejets polluants sont omis¹. Par définition, ET prend des valeurs comprises entre 0 et 1. Un score de 1 caractérise une exploitation située sur la frontière de production c'est-à-dire techniquement efficace alors qu'un score inférieur à 1 révèle une inefficacité technique. Le producteur considéré peut produire le même niveau de biens en utilisant moins d'intrants, étant donné les autres pratiques observées dans l'échantillon.

En 1992, un accord est signé entre les Ministères français de l'Agriculture et de l'Environnement et la profession agricole. Les producteurs vont obtenir une aide pour régulariser leur obligation de respect de la directive nitrate en échange d'une intégration des élevages dans le système Pollueur-payeur des Agences de l'Eau. Ce programme constitue le PMPOA (programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole). Il concerne uniquement les activités d'élevage intensif et est entré progressivement en application à partir de novembre 1993. Durant la période de définition du PMPOA, les producteurs ont été incités à prendre conscience du caractère polluant de leur activité d'élevage. Dans ce contexte, nous pouvons définir une nouvelle mesure d'efficacité technique des producteurs, comme leur capacité à réduire tous les inputs variables à niveau donné des biens produits qu'ils soient désirés ou non :

$$ET_x = \min_h \{h : (h.x, y, w) \in S\} \quad (3)$$

La mesure définie par (3) conduit à comparer entre elles des exploitations ayant des niveaux de rejets polluants similaires. Cette nouvelle contrainte a pour effet de réduire les possibilités de résorption de l'inefficacité technique et d'augmenter le score obtenu puisqu'un certain nombre de contractions radiales ne sont plus possibles.

A partir de 1994 avec la mise en place progressive du PMPOA, chaque exploitation éligible réalise un audit de manière à évaluer les investissements nécessaires pour se mettre en conformité avec la réglementation et appliquer le code des bonnes pratiques agricoles définies par le

¹ $\tilde{S} = \{(x, y) : \sum_{j=1}^J \lambda^j y_m^j \geq y_m, m = 1, \dots, M, \sum_{j=1}^J \lambda^j x_n^j \leq x_n, n = 1, \dots, N, \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1, \lambda^j \geq 0, j = 1, \dots, J\}$

CORPEN². Pour les exploitations concernées, une redevance peut être perçue par les Agences de l'Eau en cas de non respect de la réglementation. Ainsi les producteurs se trouvent désormais contraints dans la gestion de leurs effluents azotés. L'intégration dans le PMPOA constitue une incitation à réduire simultanément les coûts de production pour demeurer compétitifs et le niveau des déjections animales pour se conformer à la réglementation et éviter la redevance³. La mesure de l'efficacité des producteurs est alors :

$$ET_{x,w} = \min_h \{h : (h.x, y, h.w) \in S\} \quad (4)$$

Alors que la mesure ET décrit l'efficacité technique de chaque producteur, les mesures ET_x et $ET_{x,w}$ comprennent une composante technique (production au moindre coût) et une composante environnementale (gestion des rejets polluants). Suivant les travaux de Färe *et al.* (1996), des indices de performance environnementale des exploitations peuvent être définis par :

$$Env_x = \frac{ET}{ET_x} \text{ et } Env_{x,w} = \frac{ET}{ET_{x,w}} \quad (5)$$

où Env_x est une mesure de la performance environnementale des producteurs décrivant l'impact de l'introduction de la contrainte sur les rejets polluants dans le modèle DEA alors que $Env_{x,w}$ est une mesure de la performance environnementale des producteurs lorsque ces derniers sont tenus de réduire leur niveau de pollution pour se conformer à la réglementation existante. Les mesures d'efficacité environnementale prennent des valeurs comprises entre 0 et 1. Lorsque l'efficacité technique d'une observation obtenue par rapport à S et \tilde{S} est la même, cette exploitation est efficace sur un plan environnemental car l'introduction des rejets polluants dans la modélisation n'a pas d'impact sur son score d'efficacité technique. Toute valeur obtenue inférieure à 1 révèle une inefficacité dans la gestion du résidu polluant.

3. Mesure du prix implicite de la pollution et impact sur les facteurs de production

Cette partie développe un formalisme qui repose sur la dualité existant entre mesure d'efficacité technique et fonction de coût. Il permet d'obtenir des informations sur la valorisation par les producteurs de biens n'ayant pas de valeur marchande explicite comme le niveau des effluents provenant des élevages (prix implicite de la pollution) mais aussi sur l'effet d'une variation du niveau des effluents sur le niveau des autres facteurs de production dont le travail.

Soit p le vecteur des prix des facteurs de production. Une fonction de coût peut alors être définie par :

² CORPEN : Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates provenant des activités d'élevage.

³ On se situe dans le cas où la redevance constitue une réelle incitation à la mise en conformité avec la réglementation existante.

$$C(x, p) = \min_x \{p \cdot x : (x, y) \in \tilde{S}\} \quad (7)$$

Suivant les travaux de Shephard (1970), on peut montrer qu'il existe une relation de dualité entre la mesure d'efficacité technique ($ET=ET(x,y)$) définie par (2) et la fonction de coût définie précédemment :

$$\begin{aligned} C(x, p) &= \min_x \{p \cdot x : ET(x, y) \leq 1\} \\ ET(x, y) &= \min_p \{p \cdot x : C(x, p) \leq 1\} \end{aligned} \quad (8)$$

Färe et Primont (1995) montrent que lorsque ces deux fonctions sont différentiables, on a :

$$p = C(x, p) \cdot \nabla_x ET(x, y) \quad (9)$$

avec ∇ le vecteur gradient.

D'autre part, si p^* est le vecteur des prix qui minimise le coût, par application du lemme de Shephard, on obtient :

$$\nabla_x ET(x, y) = p^* \quad (10)$$

et par substitution de (10) dans (9), on a :

$$p = C(x, p) \cdot p^* \quad (11)$$

où p est le prix implicite des facteurs de production.

Pour calculer ce prix implicite, il faut connaître la valeur de $C(x, p)$ qui dépend du prix implicite recherché. D'où la nécessité de postuler que le prix observé d'un des facteurs de production est égal à son prix implicite. Ainsi si l'on connaît le prix de marché du facteur n , on a :

$$C(x, p) = \frac{P_n^{obs}}{p_n^*} \quad (12)$$

et l'on en déduit que :

$$p_{n'} = \frac{P_n^{obs}}{p_n^*} \cdot p_{n'}^* = p_n^{obs} \frac{\nabla_{x_{n'}} ET(x, y)}{\nabla_{x_n} ET(x, y)} \quad (13)$$

La relation définie précédemment peut être étendue de manière à prendre en compte les rejets polluants et en particulier, pour évaluer un prix implicite de la pollution (Piot-Lepetit et Vermersch, 1998) :

$$p_w = p_n^{obs} \frac{\nabla_w ET(x, y, w)}{\nabla_{x_n} ET(x, y, w)} \quad (14)$$

avec $ET(x, y, w)$ pouvant être défini par (3) ou (4), selon l'hypothèse faite sur les incitations fournies par la réglementation mise en œuvre pour résorber les excédents polluants. Le prix implicite ainsi évalué peut être utilisé pour estimer l'augmentation du coût de production associée à une réduction du niveau des biens non désirés. Ce coût d'opportunité de réduction de la pollution évalue le montant

maximal qu'un producteur est prêt à payer pour ne pas réduire son niveau de pollution. Ce coût constitue une approximation du consentement à payer des producteurs pour un droit à polluer et fournit une indication sur la valeur d'un éventuel permis de pollution pour chaque observation de l'échantillon.

D'autre part, il est possible d'obtenir une estimation de l'élasticité de substitution entre le niveau de la pollution et certains facteurs de production tels que les engrais achetés, le travail ou la taille du cheptel. En effet, on a :

$$\varepsilon_{w,x_n} = \frac{\partial \ln w}{\partial \ln x_n} = \frac{\partial w}{\partial x_n} \cdot \frac{x_n^*}{w^*} \quad (15)$$

avec $\frac{\partial w}{\partial x_n}$ une mesure du taux marginal de substitution entre w et x_n à leur niveau optimal, c'est à dire après résorption des inefficacités technique et environnementale⁴. D'où :

$$\varepsilon_{w,x_n} = \frac{\nabla_{x_n} ET(x, y, w)}{\nabla_w ET(x, y, w)} \cdot \frac{x_n^*}{w^*} \quad (16)$$

Cette élasticité de substitution fournit une mesure de la variation du niveau de la pollution induite par la variation du facteur de production n .

⁴ Les niveaux optimaux sont ceux obtenus après projection de l'exploitation considérée sur la frontière de production, c'est à dire après correction des inefficacités technique et environnementale. En effet, la pente de la frontière correspondant au taux marginal de substitution de w à x_n ne peut être évaluée qu'à partir d'un point situé sur la frontière. Pour plus de détails, voir Turner (1995) ou Färe et Primont (1995).

4. Application à des exploitations laitières de Bretagne et des Pays de Loire.

4.1. Construction des frontières de production

La méthodologie DEA, présentée dans la section précédente, a été appliquée à un échantillon d'exploitations laitières du RICA (Réseau d'Information Agricole Comptable) sur la période 1992-1997 situées dans deux régions intensives de l'ouest de la France : la Bretagne et les Pays de Loire. Cet échantillon constitue un panel non cylindré du fait de l'entrée et de la sortie d'observations tout au long de la période d'étude.

Pour représenter la technologie de production, trois produits sont pris en compte : la production laitière, les autres productions (principalement la viande et les céréales) et l'excédent azoté⁵. Parmi les huit facteurs de production utilisés pour décrire la technologie, certains sont supposés fixes à court terme⁶ : la terre (mesurée en hectares), le travail (mesuré en UTA⁷), le cheptel (mesuré en UGB⁸) et le capital (mesuré en F). La variable capital regroupe les charges affectées à l'amortissement des constructions, à l'entretien des bâtiments, ainsi qu'à l'amortissement et à l'entretien du gros matériel. Les autres facteurs de production sont supposés variables. Ils correspondent aux consommations intermédiaires affectées à la production animale, aux consommations intermédiaires affectées à la production végétale autres que les engrais, aux achats d'engrais ainsi qu'aux autres charges d'exploitation non affectées. Les variables utilisées sont présentées dans le tableau 1.

⁵ L'azote organique co-produit par l'activité d'élevage est évalué à partir des effectifs des animaux présents sur l'exploitation et des normes du CORPEN (Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates provenant des activités d'élevage).

⁶ Nous supposons que ces facteurs ne pourront pas être ajustés par les producteurs au cours d'une année du fait de rigidités liées au marché. Toutefois, sur une période de temps plus importante, cette contrainte peut être relâchée. Pour une évaluation de l'impact de la quasi-fixité des facteurs de production sur le niveau d'efficacité des producteurs, voir Piot et Vermersch, 1995 et Piot-Lepetit *et al.*, 1997.

⁷ Une UTA (Unité de Travailleur annuel) correspond à 2200 heures de travail.

⁸ UGB : Unité de Gros Bovins

Tableau 1 : Statistiques descriptives des variables du modèle

	1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Y1	366 937	151 997	381 403	165 816	393 285	167 931	412 813	175 406	411 947	174 651	410 933	173 736
Y2	130 103	76 899	122 342	74 767	114 927	64 389	115 810	70 046	101 097	58 062	110 057	59 090
Y3	54.61	87.69	33.24	82.49	19.41	74.44	38.95	84.73	39.27	80.02	28.57	79.17
X1	34.24	12.76	36.46	15.09	37.93	15.01	39.45	16.91	39.21	16 00	38.14	13.93
X2	1.41	0.47	1.44	0.49	1.43	0.48	1.50	0.56	1.49	0.51	1.43	0.48
X3	497.74	191.31	509.83	207.93	514.31	192.91	544.30	228.67	527.83	198.50	516.61	195.81
X4	73 214	40 100	75 531	42 208	74 779	41 695	80 394	44 755	84 479	49 601	81 578	47 251
X5	91 749	63 044	106 703	105 205	97 941	69 338	107 003	80 190	99 298	68 209	93 730	58 731
X6	53 344	26 140	55 364	28 771	55 235	26 783	63 699	31 892	65 956	33 178	64 444	30 283
X7	191.50	74.79	168.49	68.28	156.44	65.73	171.99	67.68	178.48	65.10	169.76	67.17
X8	75 540	93 998	76 152	57 440	76 761	52 267	88 011	70 561	92 088	68 925	78 586	43 133

Y1 : production laitière (F)

Y2 : autres productions (F)

Y3 : excédent azoté (kg/ha)

X1 : terre (ha)

X2 : travail (UTA)

X3 : cheptel (UGB)

X4 : capital (F)

X5 : consommations intermédiaires affectées à la production animale (F)

X6 : consommations intermédiaires affectées à la production végétale autres que les engrais

X7 : engrais (kg/ha)

X8 : autres charges d'exploitation non affectées (F)

4.2. Evolution de l'efficacité technique et environnementale des exploitations laitières de Bretagne et des Pays de la Loire de 1992 à 1997

Pour la lecture des résultats qui vont suivre, il faut se rappeler que les mesures d'efficacité évaluent la performance individuelle d'exploitations par rapport à une frontière de production construite à partir des observations de l'échantillon. Ainsi, les mesures obtenues sont relatives et non absolues. L'introduction d'observations additionnelles dans l'échantillon peut augmenter ou réduire l'efficacité mesurée par déplacement de la frontière servant de référence aux mesures d'efficacité. Cette méthode compare chaque exploitation avec les observations dont la composition du plan de production est la plus proche. De cette manière, la technologie représentée est révélée plutôt qu'imposée par l'approche DEA. Ceci réduit les risques d'erreur de spécification. Toutefois, comme l'approche demeure non paramétrique, aucun terme ne capture les erreurs de mesure.

Le tableau 2 présente les scores d'efficacité technique des exploitations laitières selon les différentes hypothèses faites sur l'intensité de la réglementation concernant les activités d'élevage. La mesure d'efficacité technique ET fournit une information sur la performance des producteurs laitiers en l'absence de toute incitation à gérer les conséquences environnementales de leur production pour l'année 1992. En moyenne sur l'échantillon, ce score est de 0.93 et 60 % des exploitations de l'échantillon sont déclarées techniquement efficaces. Ainsi sur les deux régions considérées et quelque soit la taille des structures de production, les exploitations laitières apparaissent performantes sur un plan technique. Les coûts de production pourraient être réduits de 7 % si les exploitations les moins efficaces adoptaient les pratiques techniques des observations déclarées les plus performantes par l'approche DEA.

La seconde mesure ET_x introduit la contrainte sur le niveau de l'excédent azoté dans la modélisation sans chercher à en réduire le niveau. L'ensemble des possibilités de production se trouve contraint. Chaque exploitation est désormais comparée à des exploitations ayant des excédents inférieurs ou égaux à celui de l'exploitation considérée. Ceci conduit à des scores d'efficacité plus élevés en moyenne et à déclarer efficace un plus grand nombre d'observations. Ce résultat découle de la réduction des possibilités de comparaison avec d'autres exploitations induites par l'introduction de la contrainte sur le co-produit azoté dans le modèle. La réduction des coûts de production est alors de 4 ou 5 % en moyenne. La prise en compte du caractère polluant de l'activité de production induit un coût qui limite les ajustements des producteurs qui est de 2 ou 3 % selon les années.

La troisième mesure $ET_{x,y}$ recherche une réduction simultanée et équilibrée de tous les facteurs variables et de l'excédent azoté. Les résultats sont présentés à partir de 1996, date qui correspond à la reprise de l'intégration dans le PMPOA après l'année de report accordée par le plan Barnier de 1995. Ce score est de 0.95 d'où des possibilités d'ajustement de l'efficacité des exploitations comprises en moyenne entre 5 %.

Tableau 2 : Efficacité technique d'exploitations laitières de Bretagne et des Pays de Loire.

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	% efficaces
<i>ET</i>				
1992	0.931	0.112	0.570	60.62
<i>ET_x</i>				
1993	0.959	0.079	0.647	68.78
1994	0.947	0.094	0.589	67.92
1995	0.937	0.110	0.464	65.93
<i>ET_{x,y}</i>				
1996	0.951	0.090	0.642	70.72
1997	0.952	0.091	0.593	69.88

Le tableau 3 présente la composante environnementale des efficacités du tableau 2. La première mesure Env_x décrit les conséquences en terme d'efficacité environnementale de la prise en compte par les éleveurs du caractère polluant de l'excédent azoté. En moyenne, cette performance est de 0.95 sur la période 1993 à 1995. La seconde mesure $Env_{x,y}$ décrit à la fois la prise en compte des rejets polluants mais aussi l'incitation fournie par la réglementation à la réduction des excédents azotés. La valeur moyenne sur l'échantillon est de 0.96 en 1996 et de 0.93 en 1997. On observe donc une réduction de la performance environnementale des exploitations juste après la mise en place de la réglementation en matière de gestion des rejets azotés. Ce dernier résultat est à interpréter en l'état avec prudence du fait de la durée relativement courte du fichier de données. Il demande à être confirmé par un prolongement de la base au delà de 1997.

Tableau 3 : Performance environnementale d'exploitations laitières de Bretagne et des Pays de Loire.

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	% efficaces
<i>Env_x</i>				
1993	0.955	0.087	0.593	60.98
1994	0.956	0.084	0.585	59.91
1995	0.954	0.085	0.487	53.54
<i>Env_{x,y}</i>				
1996	0.963	0.068	0.685	59.12
1997	0.928	0.112	0.526	56.63

Le tableau 4 présente l'évolution des mesures d'efficacité technique et environnementale des exploitations présentes deux années consécutives dans le modèle. Toute valeur supérieure à 1 met en évidence une amélioration de la performance entre les deux années considérées, alors qu'une valeur

inférieure à 1 traduit une dégradation de cette performance. Ainsi, on constate une amélioration de l'efficacité technique juste après la réforme de la PAC suivie d'une détérioration de 1993 à 1995. Le report de l'intégration dans le PMPOA semble avoir joué positivement sur l'efficacité technique. En ce qui concerne l'évolution de la performance environnementale des exploitations, on constate une évolution positive de 1993 à 1996. Ainsi, en moyenne sur l'échantillon, les politiques mises en œuvre semblent avoir eu un effet positif sur la performance environnementale des producteurs (gestion de l'excédent azoté) et plus variable sur les performances techniques (réduction des coûts de production).

Tableau 4 : Variation de l'efficacité technique et environnementale d'exploitations laitières de Bretagne et des Pays de Loire sur la période 1992-1997.

	Moyenne	Ecart-type	Minimum
<i>Variation de l'efficacité technique</i>			
1992-1993	1.007	0.147	0.630
1993-1994	0.989	0.132	0.593
1994-1995	0.994	0.144	0.463
1995-1996	1.032	0.173	0.635
1996-1997	0.983	0.197	0.547
<i>Variation de l'efficacité environnementale</i>			
<i>Variation de Env_x</i>			
1993-1994	1.005	0.108	0.695
1994-1995	1.007	0.115	0.533
<i>Variation de Env_{x,y}</i>			
1995-1996	1.008	0.101	0.727
1996-1997	0.970	0.128	0.588

4.3. Evolution du prix implicite de la pollution azotée dans les élevages laitiers de 1992 à 1997 et impact sur le facteur travail

Le tableau 5 fournit une évaluation du prix implicite de la pollution. Les prix moyens obtenus à partir des modèles (3) ou (4) sont négatifs. La pollution est associée à un coût pour les producteurs. Il est de plus de 6 F/kg en 1993 puis il diminue pour atteindre 1,40 F/kg en 1995 avant de revenir autour de 5 F/kg en 1997.

Tableau 5 : Prix implicite de la pollution d'exploitations laitières de Bretagne et des Pays de Loire.

	Moyenne	Ecart-type
<i>Prix implicite – dualité avec ET_x</i>		
1993	-6.54	58.12
1994	-2.39	7.21
1995	-1.41	16.05
<i>Prix implicite – dualité avec $ET_{x,y}$</i>		
1996	-0.93	21.89
1997	-4.85	20.36

Le tableau 6 fournit une estimation des élasticités de substitution entre la pollution et le travail. Les élasticités moyennes sont négatives sauf en 1993. Ainsi en 1993, toute variation du niveau du travail conduit, en moyenne sur l'échantillon, à une variation du niveau de la pollution dans le même sens. La réduction de la pollution n'a pas d'incidence sur ce facteur de production. Cette relation n'est plus vérifiée pour les autres années où toute variation du niveau de l'excédent azoté induit une variation en sens opposé du facteur travail. Les élasticités moyennes sont décroissantes jusqu'en 1996 avant d'augmenter légèrement en 1997. En 1994, le coût de réduction de 100 kg d'excédent azoté conduit à une sur-charge de travail de 56 %. Elle n'est plus que de 35 % en 1995 et de 20 % en 1996. Cette inflexion de la charge peut être le résultat de la politique de soutien mis en place afin d'aider les producteurs à réaliser les changements nécessaires dans leur exploitation afin de se conformer aux réglementations en matière de gestion des effluents d'élevage. La hausse constatée en 1997 doit être confirmée par une extension de la période d'étude afin de déterminer si elle est ponctuelle ou si elle correspond à une modification dans le comportement des producteurs par rapport à la gestion de la pollution.

Tableau 6 : Elasticités de substitution de la pollution au travail.

	Moyenne	Ecart-type
<i>Elasticité à partir de la dualité avec ET_x</i>		
1993	0.44	21.44
1994	-0.56	2.88
1995	-0.35	4.76
<i>Elasticité à partir de la dualité avec $ET_{x,w}$</i>		
1996	-0.20	1.78
1997	-0.42	3.85

5. Conclusion

Ce travail a permis de développer un cadre d'analyse non paramétrique s'appuyant sur l'approche Data Envelopment Analysis afin d'évaluer la performance technique et environnementale d'un ensemble d'exploitations laitières de Bretagne et des Pays de la Loire sur la période allant de 1992 à 1997 ; dates de mises en place de la réglementation européenne et nationale concernant la gestion des rejets azotés pour les élevages. Différents modèles ont été définis selon l'intensité de la réglementation qui ont permis de dériver le prix implicite de la pollution azoté et l'impact des réglementations en matière de gestion des rejets azotés sur le facteur travail. Les résultats obtenus montrent une amélioration de l'efficacité environnementale des producteurs. Les mesures mises en œuvre dans le cadre de la directive Nitrates et du PMPOA semblent avoir encouragé les producteurs à augmenter leur performance environnementale. Aucune concordance d'évolution avec l'efficacité technique n'est mise en évidence. D'autre part, le prix implicite moyen de la pollution est négatif. Il correspond donc à un coût de gestion des rejets polluants. L'élasticité de substitution de la pollution au travail estimée met en évidence l'effet positif d'une augmentation du niveau de travail sur la réduction de l'excédent azoté.

Les premiers résultats présentés ici sont à poursuivre. En effet, ils ne tiennent pas compte des disparités existantes entre les producteurs. Ainsi la taille de l'exploitation, l'intensité de production, la date d'intégration, ... sont des paramètres à considérer. De même, l'influence des entrées et sorties d'individus du panel dont nous disposons n'a été que partiellement étudiée or étant donné le caractère non paramétrique de l'approche menée ici, elle n'est pas sans conséquence sur les scores évalués. Cependant, ces premiers résultats montrent que efficacité technique et efficacité environnementale ne vont pas forcément de pair. Il fournit une première évaluation du coût implicite de l'excédent azoté, c'est à dire de l'impact en terme de coût de gestion de l'introduction d'une réglementation contraignante sur les rejets d'origine animale. Il permet aussi une évaluation de l'impact de ce contexte productif sur le facteur travail. Ainsi la mise en place de techniques de production plus respectueuses de l'environnement dans les systèmes de production laitière induit une augmentation significative du facteur travail.

6. Références bibliographiques:

- Färe R., Grosskopf, S., Lovell C.A.K., Pasurka C. (1989). "Multilatéral Productivity Comparisons when some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach", *Review of Economics and Statistics*, vol. 71, pp. 90-98.
- Färe R., Grosskopf, S., Tyteca D. (1996). "An Activity Analysis Model of the Environmental Performance of Firms - Application to Fossil Fuel-fired Electric Utilities", *Ecological Economics*, vol. 18 ,n°2, pp. 161-175.
- Färe R. Primont D. (1995). *Multi-output Production and Duality: Theory and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
- Farrell M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society*, series A 120 part. 3, pp. 153-290.
- Piot-Lepetit I., Vermersch D. (1998). "Pricing organic Nitrogen under the Assumption of Weak Disposability: An Application to the French pig Sector", *Journal of Agricultural Management*, vol. 49, n°1, pp. 85-99.
- Shephard R.W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton N.J.