

**Diagnostic de l'efficacité technique des exploitations agricoles françaises:
une analyse de l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques et
exploration des déterminants relevant des pratiques agricoles.**

Mohamed Ghali, Karine Daniel, François Colson, Laure Latruffe

- Mohamed Ghali : PRES LUNAM Université d'Angers-GRANEM / Ecole supérieure d'Agriculture d'Angers, LARESS.
Adresse : ESA Angers, LARESS, 55 rue Rabelais, BP 30748 - 49007 Angers Cedex 01 - tél. : 02 41 23 55 55
Email: m.ghali@groupe-esa.com

- Karine Daniel : PRES LUNAM Université, Ecole supérieure d'Agriculture d'Angers, LARESS / INRA SMART-LERECO UR1134
Adresse : ESA Angers, LARESS, 55 rue Rabelais, BP 30748 - 49007 Angers Cedex 01 - tél. : 02 41 23 55 55
Email: k.daniel@groupe-esa.com

- François Colson : AGROCAMPUS-OUEST
Email : francois.colson@agrocampus-ouest.fr

- Laure Latruffe : INRA, UMR1302 SMART
Adresse : INRA-Département SAE2. 4 allée Adolphe Bobierre -CS 61103. 35011 Rennes cedex.
Email : laure.latruffe@rennes.inra.fr

Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier l'efficacité technique des exploitations agricoles françaises et d'identifier leurs marges de manœuvre pour améliorer l'utilisation des ressources énergétiques. Le papier applique la méthode d'analyse des données (*Data Envelopment Analysis*, DEA) avec les données du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA). Il se propose de traiter les données relatives aux ressources énergétiques indépendamment du reste des consommations intermédiaires et de détecter les déterminants de l'efficacité relevant des pratiques agricoles.

Les résultats montrent qu'il existe des marges de manœuvre pour améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques. De plus, l'excès d'utilisation de ce facteur augmente avec le niveau d'efficacité des exploitations et varie en fonction de leur orientation technico-économique. De plus, la nature des cultures et les rotations longues semblent avoir des effets positifs sur la réduction des ressources énergétiques mais pourraient être une contrainte pour l'efficacité globale de l'exploitation.

Mots-clés : efficacité technique, ressources énergétiques, *Data Envelopment Analysis*, pratiques agricoles

Classification JEL : C23, C24, C33, D24, O13, Q12, Q32

Introduction

Face à la montée des problèmes environnementaux et la dégradation des ressources naturelles, les gains de productivité en agriculture et l'efficacité de l'utilisation des facteurs de production deviennent de plus en plus difficiles à réaliser. L'agriculture d'aujourd'hui se trouve donc devant le défi de devoir améliorer la productivité d'autres facteurs que le travail tels que les consommations intermédiaires et le capital (Butault, 2006).

Pour répondre aux préoccupations environnementales, les producteurs commencent peu à peu à s'éloigner de rotations courtes (céréalières monocultures), à diversifier les systèmes de cultures et à adopter des techniques de travail du sol simplifié et les techniques de semis direct. Cependant, la contribution de ces changements sur l'efficacité des exploitations agricoles, notamment en termes d'utilisation des ressources naturelles non renouvelables, et l'impact sur la réalisation des objectifs environnementaux restent très peu identifiables. En effet, la mesure de l'efficacité des ressources naturelles est une tâche particulièrement difficile car il n'existe pas une standardisation de variables mesurables notamment à l'échelle microéconomique. Cependant quelques approches fonctionnelles au niveau des exploitations agricoles existent et consistent à évaluer si les agriculteurs font un usage efficace des ressources naturelles afin d'atteindre leurs objectifs économiques. C'est le concept reliant efficacité économique à l'efficacité écologique connu sous le terme d'éco-efficacité (Schaltegger, 1996).

En dehors de l'étude de l'éco-efficacité, plusieurs travaux ont examiné l'efficacité technique en se basant sur les intrants et les produits conventionnels de l'activité agricole (par exemple Latruffe et al., 2004 ; Latruffe, 2005 ; Larue et Latruffe, 2009 ; Lachaal et al., 1994 ; Chemak et al., 2010 ; Alvarez et Arias, 2004). La plupart de ces travaux se basent sur les combinaisons classiques des intrants et des produits qui permettent d'étudier le niveau de performance productive des exploitations et les effets de certaines variables structurelles (taille, structure de l'exploitation, etc...) et conjoncturelles (subventions, réformes des politiques agricoles, etc...). Cependant, il existe peu de travaux, notamment en France qui étudient l'efficacité technique des exploitations agricoles en prenant en compte les aspects environnementaux ou les aspects d'utilisation des ressources naturelles. Par ailleurs, les démarches d'agriculture durable telles que celle de l'agriculture écologiquement intensive (Griffon, 2007), insistent de plus en plus sur l'intégration des ressources naturelles et des fonctionnalités écologiques dans le processus de production (Griffon, 2013 ; Ben El Ghali et al., 2013). Ainsi l'analyse de la productivité des exploitations agricoles doit prendre en compte l'efficacité d'utilisation des

ressources naturelles qui, jusqu'à présent était assimilée à l'ensemble des consommations intermédiaires, sans intégrer la rareté de la ressource et l'effet de sa dégradation.

C'est dans ce cadre que s'insère ce travail de diagnostic de l'efficacité technique des exploitations agricoles françaises qui vise à évaluer, sur la base des données du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) les plus récentes et en utilisant la méthode d'analyse d'enveloppement des données (plus connue sous son appellation anglais : *Data Envelopment Analysis* (DEA)), leurs marges de manœuvre en termes d'amélioration de la productivité des ressources naturelles et à déterminer les effets potentiels de certains facteurs internes et externes à l'exploitation sur son niveau d'efficacité globale.

Cet article s'intéresse particulièrement à l'analyse de l'efficacité des exploitations en considérant les détails des consommations intermédiaires notamment les postes des engrais, amendements, carburants et lubrifiants, qui représentent la majorité de l'énergie fossile directe ou indirecte utilisée sur l'exploitation agricole. Il s'intéresse également à l'identification de certains déterminants potentiels de l'efficacité et qui relèvent des pratiques agricoles (ex. le nombre de cultures, présence de légumineuses, etc.).

Ainsi, dans la première partie, nous exposons un aperçu des notions de l'efficacité, le choix méthodologique et les données utilisées pour mesurer l'efficacité technique d'un échantillon d'exploitations agricoles françaises. Dans la deuxième partie, nous présentons les principaux résultats relatifs aux niveaux d'efficacité estimés. Dans la troisième partie, nous présentons une analyse des déterminants de l'efficacité. Enfin, nous concluons dans la dernière partie.

1. Mesure de l'efficacité et choix méthodologique

Dans une économie où la disponibilité des ressources est limitée, la notion d'efficacité productive ou efficacité économique prend une place de plus en plus importante dans les débats et les recherches scientifiques. Elle donne une indication sur la capacité des entreprises à utiliser une technologie existante de la manière la plus adéquate. Elle est composée de l'efficacité allocative (EA) et de l'efficacité technique (ET). L'efficacité allocative renvoie à l'utilisation des intrants dans des proportions optimales en tenant compte de leurs prix respectifs. L'efficacité technique ou physique concerne la capacité à éviter le gaspillage. Elle se décompose à son tour en efficacité d'échelle (EE) et en efficacité technique pure (ETP). L'efficacité d'échelle renseigne sur le niveau optimal de la taille de l'entreprise ; les entreprises qui opèrent avec un rendement d'échelle adéquat ont une élasticité d'échelle égale à 1. Cette élasticité est mesurée par le ratio entre l'augmentation proportionnelle des produits (P) et des intrants (I) ($\Delta P / \Delta I = P / I = 1 \leftrightarrow \Delta P / P = \Delta I / I$). Si l'élasticité est inférieure à 1, elle traduit

une dés-économie d'échelle ($\Delta P / \Delta I < P / I \leftrightarrow \Delta P / P < \Delta I / I$). L'efficacité technique pure reflète, quant à elle, la capacité d'une entreprise à atteindre une production maximale pour un ensemble d'intrants indépendamment des prix des facteurs et des produits. Elle renseigne sur les pratiques de gestion et d'organisation de l'unité de production (Latruffe, 2010 ; Blancard et al., 2013).

La littérature économique propose deux grandes approches pour établir une frontière de production et mesurer l'efficacité technique: les approches paramétriques proposées par Aigner et Chu (1968), Aigner et al. (1977) et Meeusen et Van Den Broeck (1977), et les approches non paramétriques proposées par Charnes et al. (1978) et Banker et al. (1984) (voir aussi Badillo et Paradi, 1999 ; Amara et Romain, 2000 ; Borodak, 2007 ; Latruffe, 2010).

L'approche paramétrique impose une forme fonctionnelle pour spécifier la frontière de production, la fonction de coût ou la fonction de profit. Elle utilise des outils économétriques pour estimer les paramètres de ces fonctions. L'écart par rapport à la frontière de production détermine l'inefficacité de l'entreprise. L'approche non paramétrique trouve ses origines dans les travaux de Farrell (1957) et Farrell et Fieldhouse (1962) et propose une mesure relative de la frontière d'efficacité construite à partir d'un nuage de points représentant les ratios intrants/extrants et enveloppant l'ensemble des observations d'un échantillon. Cette approche est de type déterministe mais n'est pas liée à une forme fonctionnelle prédéterminée.

1.1. Choix méthodologique : la méthode DEA

L'objectif de ce papier est d'évaluer la marge de manœuvre des exploitations agricoles françaises pour améliorer leurs efficacités d'utilisation des ressources énergétiques. La mesure de l'éco-efficacité paraît la méthode la plus adaptée pour ce genre d'analyse. Cependant, elle nécessite des données en termes physiques telles que les quantités d'azote, de phosphore, de carburants ou leurs équivalents énergétiques. Or la base de données française la plus adéquate et la plus utilisée pour l'étude des performances des exploitations agricoles (le RICA), ne permet pas dans l'état actuel d'effectuer une analyse d'éco-efficacité proprement dite, puisqu'elle ne dispose pas de ce type de données. En outre les autres bases de données telles que celle sur les pratiques culturales, ne contiennent pas d'éléments économiques suffisants pour l'analyse.

Ainsi, pour contourner ce problème de manque de données, nous avons fait un premier choix, celui de traiter uniquement les ressources naturelles marchandes, en occurrence les ressources énergétiques, dont les données sont disponibles en termes de valeurs marchandes dans le RICA.

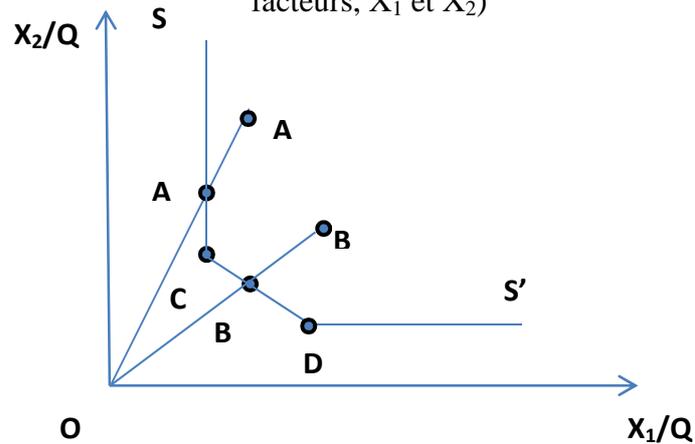
Le deuxième choix méthodologique concerne l'application de l'approche non paramétrique pour estimer la frontière de production des exploitations agricoles. La méthode la plus courante est l'analyse par enveloppement des données plus connue sous le nom de la méthode DEA (Charnes et al, 1978). Elle consiste à comparer les performances de chaque exploitation avec celles des meilleures exploitations de l'échantillon considéré ou avec les meilleures exploitations virtuelles correspondant à sa projection sur la surface d'efficacité (Borodak, 2007 ; Latruffe, 2010, Blancard et al., 2013). La distance entre la frontière et l'entreprise concernée représente son efficacité.

La méthode DEA permet de calculer à la fois l'efficacité technique pure (ETP) et l'efficacité d'échelle (EE) qui déterminent l'efficacité technique totale (ET). La première est calculée sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables et se rapporte uniquement aux pratiques de gestion et au comportement du producteur. La deuxième correspond à la différence résiduelle entre la mesure de l'efficacité dans un contexte de rendements d'échelle constants (l'ET) et l'efficacité calculée dans un contexte de rendements d'échelle variables (l'ETP) (Latruffe, 2010).

La méthode DEA permet également de détecter, parmi les facteurs de production utilisés, quels sont ceux qui sont utilisés en excès. Cet excès, connu dans la littérature sous les termes anglais « input slack » ou « input excess » correspond à la réduction potentielle supplémentaire d'un facteur de production en plus de la réduction proportionnelle de tous les facteurs identifiée par le score d'efficacité. Pour illustrer ce concept la figure 1 présente une frontière de production « SS' » déterminée par les exploitations « C » et « D ». Les exploitations « A » et « B » sont inefficaces. Selon Farrell (1957) la mesure de l'efficacité technique de A et B est représentée respectivement par les rapports OA'/OA et OB'/OB . En ce qui concerne l'exploitation fictive se trouvant sur le point A', alors qu'elle est sur la frontière il est difficilement concevable de la considérer comme efficace, puisqu'elle peut réduire l'utilisation du facteur X_2 d'une quantité égale à « CA' » et continuer à produire la même quantité de produit. Ainsi, pour être efficace au sens de Koopmans (1951)¹, l'exploitation « A » doit réduire ces deux facteurs de production d'un pourcentage égal à « 1-ET » et de réduire encore plus son facteur X_2 d'un niveau égal à CA' (Coelli et al., 2005).

¹ Koopmans (1951) donne une définition plus stricte de l'efficacité technique qui revient à dire que l'entreprise n'est techniquement efficace que si elle opère à la frontière et que tous les excès associés aux facteurs de production sont nuls (Coelli et al., 2005).

Figure 1 : Mesure des excès d'utilisation des facteurs de production (cas de deux facteurs, X_1 et X_2)



Source : Coelli et al. (2005)

1.2. Données et choix de variables

Les données utilisées pour cette analyse sont extraites du RICA pour l'année 2010. Trois types d'exploitation ont été identifiés selon leurs orientations technico-économiques (Otex). Selon la nomenclature 2007 de la base RICA, ils correspondent respectivement à l'Otex 15, céréales et oléo-protéagineux, l'Otex 45, bovins lait et l'Otex 61, polyculture et polyélevage. Ces types d'exploitations représentent 48% des exploitations agricoles françaises, et 62% de la surface agricole utile totale (Agreste, 2010). Cette représentativité montre que l'impact des pratiques agricoles de ces exploitations sur l'environnement et l'efficacité économique sont d'une grande importance pour l'ensemble de l'agriculture française. L'exploration des données RICA s'est déroulée en deux étapes². Dans un premier temps, une analyse de l'efficacité technique a été appliquée en vue d'étudier le niveau d'efficacité de chaque type d'exploitations en termes d'utilisation des principaux facteurs de production et en particulier les facteurs issus des ressources naturelles énergétiques. Pour cela plusieurs modèles DEA ont été utilisés ; le modèle à rendements d'échelle constants pour calculer l'efficacité technique totale (ET) et le modèle à rendements d'échelle variables pour calculer le niveau d'efficacité technique pure (ETP). Nous supposons que les exploitations de notre échantillon ont des technologies de production différentes selon les Otex et par conséquent des frontières de production différentes. Dans un deuxième temps la méthode de régression linéaire de type Tobit a été utilisée pour rechercher les déterminants des scores d'efficacité obtenus dans la première étape. Nous avons également utilisé les mêmes déterminants pour expliquer les

² Pour l'étude de l'efficacité et les facteurs environnementaux qui peuvent l'expliquer, Coelli et al. (2005, p194) recommandent l'approche en deux étapes dans la majorité des cas.

valeurs des « slacks » (inputs utilisées en excès) obtenus. L'échantillon³ global est constitué de 1108 exploitations spécialisées en céréales-oléagineux-protéagineux, 1097 exploitations de bovins-lait et 867 exploitations de polyculture-polyélevage.

Le modèle utilisé est un modèle multi-output multi-input à orientation input. Chaque modèle est constitué de « n » exploitations. Chaque exploitation consomme des valeurs variables de « m » inputs différents pour produire « s » outputs différents. De façon spécifique une exploitation « j » consomme $X_i = \{x_{ij}\}$ d'inputs ($i=1, \dots, m$) et produit des niveaux $Y_r = \{y_{rj}\}$ d'outputs ($r = 1, \dots, s$), avec $X_{ij} > 0$ et $Y_{rj} \geq 0$. La matrice $s \times n$ des mesures d'output est notée par « Y », et la matrice $m \times n$ des mesures d'inputs est notée par « X ».

Le tableau 1 résume le nombre d'outputs et d'inputs retenus pour la modélisation. Trois produits exprimés en valeur ont été retenus. Ils correspondent au produit de l'activité végétale, au produit de l'activité animale et au produit des autres activités. Les facteurs de production⁴ pris en compte sont : la surface agricole utile (SAU) exprimée en hectare, le travail en unités de travail annuel (UTA), le capital de l'exploitation (installations techniques, les constructions et aménagement, le matériel et outillage et les animaux reproducteur), les ressources énergétiques et le reste des consommations intermédiaires. La variable appelée ressources énergétiques représente l'ensemble des charges d'approvisionnement d'origine naturelle (énergie fossile) à savoir la charge de carburants et lubrifiants, la charge d'engrais et amendements et la charge en combustibles.

Tableau 1 : Choix et désignations des variables

Nom	Intrants	Désignation
SAU	X_1	Surface agricole utile (en ha) = médiane de la classe de surface
UTA	X_2	Nombre d'UTA totales
CAPEX	X_3	Capital de l'exploitation (partie de l'actif immobilisé) (en Euros)
RE	X_4	Somme des charges en engrais, amendement, carburant et combustibles (en Euros)
R_CI	X_5	Autres charges variables (en Euros)
Nom	Produits	Désignation
PRODV	Y_1	Produit total des végétaux (en Euros)
PRODA	Y_2	Produit total des animaux (en Euros)
A_PROEX	Y_3	Autres produit de l'exploitation (en Euros)

³ Avant de procéder au calcul des scores d'efficacité, nous avons éliminé pour chaque Otx les observations ayant des données manquantes ou non pertinentes.

⁴ Les variables floutées telles que la SAU et le nombre d'UGB ont été réintroduites en affectant la médiane de chaque classe. Par exemple, une exploitation ayant une SAU appartenant à la classe 5 c'est-à-dire ayant une SAU comprise dans l'intervalle [20, 24] s'est vu attribuer la valeur de 22.

1.3. Analyse descriptive des échantillons

Le tableau 2 présente les moyennes des variables des intrants et produits, utilisées pour le calcul de l'efficacité technique des exploitations des trois Otex étudiées. Il montre qu'en moyenne les exploitations en grandes cultures sont plus grandes que celles de bovins-lait et de polyculture-polyélevage, avec une moyenne de 148 ha pour les premières contre 96 et 137 pour les deuxième et troisième types. Le niveau du capital et celui du travail sont plus importants pour les exploitations avec une activité animale. Ceci peut être expliqué par l'importance des installations nécessaires aux productions animales et à l'exigence en temps de travail. En effet le capital est 939 €/ha dans l'Otex 15 et il s'élève à 1820 €/ha pour l'Otex 61 et 2587 €/ha pour l'Otex 45. Le nombre UTA est plus faible dans l'Otex 15 avec une moyenne de 1,5 contre 1,9 et 2,8 pour les Otex 45 et 61 respectivement.

En termes d'utilisation des ressources énergétiques, les trois types d'exploitations ont des moyennes par hectare relativement proches avec 213 € pour les exploitations de grandes cultures, 151 € pour les exploitations de bovins lait et 195 € pour les exploitations de polyculture-polyélevage. Cependant la part de ces charges par rapport à l'ensemble des consommations intermédiaires est plus importante pour les exploitations de grandes cultures avec une part de 32,5% contre 13,5% pour l'Otex 45 et 19,3% pour l'Otex 61. Ceci montre qu'il y a une plus forte dépendance des exploitations de grandes cultures vis-à-vis des ressources énergétiques, notamment vis-à-vis de la fertilisation minérale. En effet la charge d'engrais représente à elle seule 23% de l'ensemble des charges intermédiaires pour l'Otex 15 contre les 7.5 % et 12% observés dans les Otex 45 et 61.

La part de la charge de carburants dans l'ensemble des consommations intermédiaires est plus faible en comparaison avec celle des engrais. Elle représente respectivement 7.9%, 5.5% et 6.3% pour les Otex 15, 45 et 61.

Tableau 2 : Statistiques descriptives des variables utilisées

Variables	Total-échantillon	OTEX 15	OTEX 45	OTEX 61
Nombre d'exploitations	3072	1108	1097	867
UTA (nb)	1,89	1,53	1,93	2,32
SAU (ha)	126	148	96	137
CAPEX (€)	1658	939	2587	1820
RE (€/ha)	190	213	151	195
R_CI (€/ha)	701	446	966	815
CARBURANT (€/ha)	58	52	61	63
ENGRAIS (€/ha)	126	156	83	121
Output				
PRODV (€/ha)	778	1128	239	773
PRODA (€/ha)	674	36	1516	802
A_PROEX (€/ha)	81	60	67	123

Source : établi à partir des données RICA

L'analyse descriptive des données ne peut refléter qu'une interprétation limitée des performances des exploitations agricoles d'où l'intérêt de l'étude de l'efficacité technique qui permet, entre autres, de tenir compte des substitutions entre facteurs et de la possibilité d'optimiser leurs utilisations.

2. L'analyse des scores d'efficacité : résultats

2.1.L'efficacité technique totale et l'efficacité technique pure

Les résultats représentés dans le tableau 3 rapportent les niveaux moyens d'efficacité technique totale (ET) et d'efficacité technique pure (ETP) obtenus pour les trois Otex en considérant les ressources énergétiques comme un intrant indépendant. Ces résultats signifient qu'en moyenne, les exploitations pourraient produire la même quantité de produit en réduisant leur utilisation de tous les facteurs de 33% pour l'Otex 15, 25% pour l'Otex 45 et 30% pour l'Otex 61 (chiffres calculés avec « 1-ET »). Ce résultat témoigne d'un niveau d'efficacité relativement moyen et suggère une grande disparité entre les exploitations qui déterminent la frontière et les autres. En effet le niveau minimum de l'efficacité technique totale s'établit à 0,15 pour l'Otex 15, 0,26 pour l'Otex 45 et 0,25 pour l'Otex 61, alors que le niveau maximum 1 (pour des exploitations considérées comme opérantes à taille optimale et à rendements d'échelle constants) n'est atteint que par 56, 73 et 77 exploitations, soit 5,1% pour l'Otex 15, 6,7% pour l'Otex 45 et 8,9% pour l'Otex 61. Ceci suggère que pour chaque groupe d'exploitations, il existe une forte disparité entre les exploitations qui déterminent la frontière et le reste de l'effectif.

Tableau 3: Niveaux d'efficacités techniques des trois groupes d'exploitations

Variables	OTEX 15		OTEX 45		OTEX 61	
	ET	ETP	ET	ETP	ET	ETP
Nombre d'exploitations	1108		1097		867	
Moyenne	0,67	0,82	0,75	0,86	0,70	0,83
Ecart-type	0,15	0,13	0,14	0,14	0,17	0,16
Minimum	0,15	0,37	0,26	0,41	0,25	0,39
Maximum	1	1	1	1	1	1
Nombre d'exploitations à la frontière	56	108	73	368	77	310
Pourcentage d'exploitations à la frontière	5,1	9,7	6,7	33,5	8,9	35,8

Source : calcul des auteurs

Les niveaux d'efficacité totale obtenus montrent que les exploitations spécialisées en bovins-lait sont les plus efficaces en moyenne. Leur niveau moyen d'efficacité s'élève à 0,75 contre 0,67 et 0,70 pour les exploitations de grandes cultures et les exploitations mixtes respectivement. Ceci est conforme à la littérature où, par exemple, Latruffe et al. (2012) ont trouvé une moyenne entre 2001 et 2007 de 0,572 pour l'Otex 15 et 0,737 pour l'Otex 45. Comme généralement trouvé dans la littérature, l'ET moyenne des exploitations de grandes cultures est inférieure à celle des exploitations de bovins-lait et celles de polyculture-polyélevage⁵. Ceci peut s'expliquer par le fait que les exploitations de grandes cultures utilisent plus d'input terre, dont la qualité (qui varie entre les exploitations) n'est pas prise en compte dans la mesure des inputs. Les résultats obtenus pour les niveaux moyens de l'efficacité technique pure (tableau 3) montrent que les exploitations d'élevage sont également les plus efficaces avec un niveau moyen de 0,86. Les résultats de l'analyse de la variance confirment une différence significative à 1% entre les moyennes des Otex 15 et 61. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes respectives des exploitations de grandes cultures et des exploitations bovins-lait. Ceci montre qu'en termes de gestion de pratiques de production les exploitations d'élevages sont plus efficaces que les exploitations mixtes, mais le faible niveau d'efficacité technique totale des exploitations de grandes cultures semble provenir essentiellement de leurs niveaux d'efficacité d'échelle. En effet le niveau moyen calculé de l'efficacité d'échelle est de 0,78 pour l'Otex 15 contre 0,89 pour l'Otex 45 et 0,86 pour l'Otex 61. On note que ce niveau moyen est relativement élevé pour les trois types d'exploitations, mais suggère que les exploitations de grandes cultures souffrent plutôt d'une taille sous-optimale, montrée par leurs niveaux d'efficacité totale significativement moins élevés que pour les autres exploitations.

⁵ Le test de comparaison des variances (F-test) confirme une différence significative à 1%.

Le tableau 3 montre également que le pourcentage des exploitations situées sur la frontière de production (sans tenir compte de l'optimalité de la taille) est plutôt faible (moins de 36%), ce qui signifie que la majorité des exploitations de l'échantillon ne sont pas totalement efficaces et peuvent réduire d'avantage la quantité des intrants énergétiques.

Tableau 4: Pourcentages de réduction totale des facteurs de production

	OTEX 15	OTEX 45	OTEX 61
Réduction proportionnelle de tous les facteurs % (1)	33,1	24,5	29,8
Excès additionnels des facteurs : % du niveau de facteur utilisé (2)			
UTA	1,5	0,8	0,6
SAU	5,6	6,1	9,7
CAPEX	5,9	3,7	6,6
RE	5,3	10,6	9,1
R_CI	1,2	1,1	1,7
Réduction totale pour chaque facteur (1) + (2)			
UTA	34,6	25,3	30,3
SAU	38,7	30,6	39,4
CAPEX	39,1	28,3	36,4
RE	38,5	35,2	38,9
R_CI	34,3	25,7	31,5

Source : calcul des auteurs

Le tableau 4 présente, pour les trois Otex, les excès moyens additionnels de l'utilisation de chaque facteur (en pourcentage de leur niveau d'utilisation : excès calculé / valeur de l'input utilisé) ainsi que les niveaux de la réduction potentielle de tous les facteurs déterminée par le niveau d'efficacité technique totale (« 1-ET »). Ces résultats montrent que les trois groupes d'exploitations sont très intensifs en facteur terre et capital. Ceci témoigne, d'une part, du fait qu'il existe une forte capitalisation notamment dans les exploitations de grandes cultures et celles de polyculture-polyélevage (près de 6% d'excès de capital dans les exploitations de grandes cultures et 6,6 % pour les polycultures élevage). Ainsi ces exploitations pourraient réduire respectivement leurs utilisations du capital de 39% et 36,4%. Par exemple cette réduction correspond pour les exploitations de grandes cultures à 33,1% de réduction proportionnelle mise en évidence par les scores d'efficacité technique totale, plus les 5,9% de réduction non proportionnelle applicable au seul facteur capital, tout en produisant au même niveau.

En ce qui concerne les ressources énergétiques, le gaspillage de ce facteur est très fort pour l'ensemble des exploitations, il varie entre 5,3% pour les exploitations de grandes cultures et 10,6% pour les exploitations de bovins-lait. Cela peut être expliqué en partie par la faible

valorisation des fertilisants organiques que peut fournir l'activité animale ou bien encore par l'utilisation excessive de la terre. Ces résultats montrent que les exploitations les plus efficaces techniquement sont celles qui gaspillent le plus les ressources énergétiques. Ils témoignent de l'effort que ces trois types d'exploitations doivent apporter en matière de gestion de l'exploitation et des pratiques culturales. Ils reflètent la surutilisation des ressources énergétiques et confirment la conclusion de Butault (2006) sur la nécessité d'améliorer la productivité d'autres facteurs que le travail comme les consommations intermédiaires et le capital.

L'examen de ces résultats montre une certaine hétérogénéité entre les trois types d'exploitations agricoles, en particulier en termes d'utilisation des ressources énergétiques. Afin d'étudier ces disparités, nous avons procédé à une classification des exploitations de chaque Otex selon leurs niveaux ETP. Ainsi trois sous-groupes ont été identifiés : le premier sous-groupe concerne les exploitations à efficacité moyenne faible ($ETP \leq 0,60$), le deuxième regroupe les exploitations moyennement efficaces ($0,60 < ETP \leq 0,85$) et le troisième sous-groupe concerne les exploitations à efficacité technique élevée ($0,85 < ETP \leq 1$).

2.2. Analyse de l'hétérogénéité de l'efficacité technique pure

2.2.1. Les exploitations de grandes cultures

Les résultats de la classification des exploitations de grandes cultures montrent une proportionnalité entre le niveau d'efficacité de l'exploitation et le gaspillage des ressources énergétiques (tableau 5). En effet, la plus forte moyenne d'excès est observée dans la classe des exploitations les plus efficaces avec un niveau moyen de 7,33%. Cette classe regroupe 549 exploitations. Ceci signifie que près de 50% des exploitations de l'Otex 15 utilisent plus de ressources énergétiques que ce qui est nécessaire. Cet excès peut atteindre 74% de la quantité utilisée dans la classe des exploitations les plus efficaces et 43% dans la classe des exploitations moyennement efficaces qui représentent elles-mêmes 43% du total des exploitations de grandes cultures.

Contrairement à l'intuition, les exploitations les moins efficaces sont celles qui gaspillent le moins. Toutefois, elles ne sont pas très nombreuses et leurs pratiques ne peuvent avoir des incidences importantes sur la dégradation des ressources naturelles.

Tableau 5: Classification des exploitations de l'Otex 15 selon leur niveau d'efficacité

Classes	C1: ETP<= 0,60		C2: 0,60<ETP<=0,85		C3: 0,85<ETP<=1	
	ETT	ETP	ETT	ETP	ETT	ETP
Niveau d'efficacité						
Efficacité moyenne	0,51	0,54	0,61	0,75	0,74	0,93
Excès moyen en RE (%)	0,28		3,93		7,33	
Excès minimum en RE (%)	0,00		0,00		0,00	
Excès maximum en RE (%)	12		43		74	
Nombre d'exploitations	81		478		549	
Pourcentage dans le groupe	7,3		43,1		49,5	

Source : calcul des auteurs

Pour déterminer l'origine du gaspillage des ressources énergétiques, c'est-à-dire l'origine liée à la forte utilisation des carburants et/ou à la forte utilisation des engrais, nous avons construit de nouveau les frontières de production propres à chaque Otex mais cette fois en spécifiant indépendamment les charges relatives aux carburants et aux engrais.

Les résultats concernant la classification des exploitations et la répartition des excès des ressources énergétiques pour l'Otex 15 (tableau 6) montrent que pour les trois sous-groupes, l'excès d'utilisation des carburants est plus élevé que celui des engrais. Cet excès est de 8,46% en moyenne pour la classe à faible efficacité, contre 17% pour les exploitations moyennement efficaces et 15% pour les exploitations à efficacité élevée où le maximum peut atteindre 66% des quantités utilisées.

Concernant l'excès d'utilisation d'engrais, il est certes moins élevé mais la variation entre les exploitations est assez importante. On note un maximum variant de 17 à 83%.

Tableau 6: Niveau d'utilisation des carburants et engrais : Otex 15

Classes	C1: ETP<= 0,60		C2: 0,60<ETP<=0,85		C3: 0,85<ETP<=1	
	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais
Excès moyen (%)	8,46	0,90	16,72	4,04	15,03	7,74
Excès maximum (%)	29	17	64	38	66	83
Nombre d'exploitations	72		454		582	
Pourcentage dans le groupe	6,5		41,0		52,5	

Source : calcul des auteurs

2.2.2. Les exploitations de bovins-lait

Les résultats relatifs aux exploitations de bovins-lait montrent les mêmes tendances que celles des exploitations de grandes cultures (tableau 7). En revanche, les niveaux moyens d'excès sont plus prononcés : les exploitations les moins efficaces présentent un excès moyen de 6,23%, les exploitations moyennement efficaces, un excès moyen de 8,5% et les exploitations

les plus efficaces sont les plus énergivores avec un excès moyen de près de 13% et peut atteindre chez certaines exploitations les 69%.

En ce qui concerne la répartition des exploitations entre les différentes classes, nous pouvons noter le même constat que dans l'Otex 15 où la majorité des exploitations sont plus intensives en termes d'utilisation de ressources énergétiques.

Tableau 7: Classification des exploitations de l'Otex 45 selon leur niveau d'efficacité

Classes	C1: ETP<= 0,60		C2: 0,60<ETP<=0,85		C3: 0,85<ETP<=1	
	ETT	ETP	ETT	ETP	ETT	ETP
Efficacité moyenne	0,52	0,55	0,71	0,74	0,81	0,97
Excès moyen en RE (%)	6,23		8,50		12,7	
Excès minimum en RE (%)	0,00		0,00		0,00	
Excès maximum en RE (%)	23		53		69	
Nombre d'exploitations	33		491		573	
Pourcentage dans le groupe	3		44,8		52,2	

Source : calcul des auteurs

La répartition de l'excès entre carburants et engrais montre que les exploitations de bovins-lait gaspillent plus d'engrais que de carburants (tableau 8). Ceci confirme notre première observation relative à la mauvaise valorisation des engrais organiques que peut fournir l'atelier animal. L'excès des engrais varie entre 8,79% dans la classe d'exploitations à faible efficacité et 14,53 % pour les exploitations à efficacité élevée où l'excès d'engrais peut atteindre 94%.

L'excès en carburants est également assez élevé et augmente avec le niveau d'efficacité des exploitations. Il peut atteindre des niveaux très élevés avec des pourcentages allant de 28% à 76%.

Tableau 8 : Niveau d'utilisation des carburants et engrais : Otex 45

Classes	C1: ETP<= 0,60		C2: 0,60<ETP<=0,85		C3: 0,85<ETP<=1	
	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais
Excès moyen (%)	5,85	8,79	6,88	12,87	9,64	14,53
Excès maximum (%)	28	37	41	65	76	94
Nombre d'exploitations	26		459		612	
Pourcentage dans le groupe	2,4		41,8		55,8	

Source : calcul des auteurs

2.2.3. Les exploitations de polyculture-polyélevage

Dans cette Otex la majorité des exploitations se trouvent dans les classes à efficacité moyenne et à efficacité élevée (tableau 9). Ces deux classes d'exploitations présentent des niveaux moyens d'excès d'utilisation des ressources énergétiques assez élevés (9,45% et 9,53% en moyenne). Bien que les exploitations à faible efficacité technique ne représentent qu'environ

10% de l'ensemble du groupe, leur excès de RE est relativement proche de celles des autres sous-groupes. En outre la disparité entre exploitations est visible avec des maxima allant de 34% à 74%. En d'autres termes, l'ensemble des exploitations de cette Otex utilisent plus de ressources énergétiques que nécessaire, ce qui peut expliquer en partie leur faible niveau d'ETP moyenne.

Tableau 9: Classification des exploitations de l'Otex 61 selon leur niveau d'efficacité

Classes	C1: ETP ≤ 0,60		C2: 0,60 < ETP ≤ 0,85		C3: 0,85 < ETP ≤ 1	
	ETT	ETP	ETT	ETP	ETT	ETP
Efficacité moyenne	0,50	0,54	0,68	0,73	0,76	0,98
Excès moyen en RE (%)	5,66		9,45		9,53	
Excès minimum en RE (%)	0,00		0,00		0,00	
Excès maximum en RE (%)	34		55		74	
Nombre d'exploitations	86		342		439	
Pourcentage dans le groupe	9,9		39,4		50,6	

Source : calcul des auteurs

L'analyse de la répartition des excès des ressources énergétiques dans ce type d'Otex montre que cet excès est réparti à part quasi-équivalente entre excès en carburant et excès en engrais. En effet, les pratiques utilisées dans l'atelier végétal sont bien mises en évidence à travers l'excès des carburants et les pratiques utilisées dans l'atelier animal sont également bien identifiables à travers l'excès en engrais. Ces excès peuvent atteindre 75% pour le carburant et 76% pour l'engrais (tableau 10).

On remarque également que contrairement aux deux autres, la classe des exploitations à faibles efficacité ne représentent plus une faible part mais près du quart des exploitations de l'échantillon de l'otex 61. Ce qui signifie que ces exploitations doivent effectuer un double effort, le premier concerne l'amélioration de l'efficacité productive et l'autre concerne l'effort à apporter en matière de réduction des ressources énergétiques en général.

Tableau 10: Niveau d'utilisation des carburants et engrais : Otex 61

Classes	C1: ETP ≤ 0,60		C2: 0,60 < ETP ≤ 0,85		C3: 0,85 < ETP ≤ 1	
	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais	Carburants	Engrais
Excès moyen (%)	4,54	2,43	9,33	7,88	9,95	7,66
Excès maximum (%)	42	34	55	58	75	76
Nombre d'exploitations	212		253		402	
Pourcentage dans le groupe	24,5		29,2		46,4	

Source : calcul des auteurs

3. Analyse des déterminants de l'efficacité et de l'excès d'utilisation des ressources énergétiques

Dans cette partie nous identifions les facteurs explicatifs ainsi que leurs contributions relatives aux niveaux d'efficacité et aux niveaux des excès observés en termes de ressources énergétiques. Pour cela, les scores d'efficacité déterminés pour chaque type d'exploitation sont régressés sur les déterminants potentiels. La méthode utilisée pour cette régression est la méthode d'estimation Tobit étant donné le caractère censuré à 0 des variables expliquées.

Dans un modèle de régression Tobit, la variable dépendante, dans notre cas est le score d'efficacité technique pure « ETP », supposée dépendre d'un certain nombre de variables indépendantes regroupées dans un vecteur « X », dont les effets sont regroupés dans un vecteur « β ». On suppose que les valeurs de « ETP_i » observées pour chaque exploitation « i » sont déterminées par la composante déterministe « $\beta_i X_i$ », constitué des variables explicatives, et d'un résidu « ε_i », dont la valeur varie d'une manière aléatoire pour chaque individu. Ainsi le modèle Tobit prend la forme de :

$$ETP_i = \alpha + \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

Avec ETP_i la variable expliquée, α est une constante qui représente la valeur de l'ordonnée à l'origine, β le vecteur des coefficients affectant les variables explicatives, X_i désigne l'ensemble des variables explicatives et ε_i constitue le terme d'erreur du modèle qui diffère d'une observation à une autre.

Les données choisies pour l'explication des scores d'efficacité sont présentées dans le tableau 11. Parmi ces variables apparaissent celles qui caractérisent la structure de production des exploitations. Il s'agit en particulier de la taille de l'exploitation représentée par la SAU, le nombre d'unités de gros bétail (UGB), la situation géographique des exploitations, notamment le niveau altimétrique et l'importance de la SAU en zone défavorisée, le niveau d'engagement environnemental mesuré par la présence ou pas de contrats CTE (Contrat Territorial d'Exploitation) et l'emplacement de l'exploitation en zone environnementale préservée « Natura 2000 ». Le modèle comprend également un indicateur sur la qualité moyenne du sol. Ce dernier correspond au pourcentage de la texture dominante en surface dans chaque région. Il est établi manuellement à partir de la base de données sur l'analyse des terres de l'INRA (GIS sol⁶). Ce pourcentage représente une texture de type moyenne qui contient un niveau d'argile entre 18 % et 35% et un niveau de sable supérieur à 15%. Cette texture correspond, selon le triangle de texture du sol, à des sols de type limoneux ou limono-

⁶ Groupement d'Intérêt Scientifique Sol dont l'objectif est de constituer et gérer un système d'information sur les sols de France (www.gissol.fr).

argileux ou limono-argilo-sableux; c'est-à-dire à dominante limoneuse. Ces sols ont la caractéristique d'avoir une bonne capacité de rétention de l'eau mais leurs structures, souvent lourdes et compactes, les rendent difficiles à travailler en période pluvieuse car ils se gorgent d'eau (BEFGIP⁷, 2013). L'adaptation des espèces cultivées à ces types de sols peuvent être une source d'influence de l'efficacité technique étant donné que les rendements des cultures seront influencés par la gestion du sol (travail mécanique, fertilisation, amendement, etc...).

Le capital humain a été pris en compte par deux variables correspondants à l'âge et au niveau de formation de l'agriculteur. L'intensité de production et les caractéristiques financières de l'exploitation ont été considérées à travers le capital, le taux d'endettement total, le niveau des emprunts à court termes, et la part des subventions dans la production totale, qui détermine le niveau de dépendance des exploitations vis-à-vis des subventions. La part de la main d'œuvre non salariée a été prise en compte afin d'étudier son influence sur la réduction des excès énergétiques.

Des variables relatives aux performances techniques ont été introduites, à savoir les niveaux de rendements de blé, de maïs, de colza et le rendement du lait. Ils sont calculés à partir de la base RICA. Ils sont généralement utilisés par les centres de gestion pour mesurer les performances économiques des exploitations.

Afin de prendre en compte la nature des pratiques agricoles utilisées dans les différents types d'exploitations, certaines variables ont été choisies pour refléter la nature de l'assolement (diversifié ou pas diversifié) et la nature de la rotation (longue, courte). Ces variables sont : la part des céréales oléo-protéagineux dans la SAU totale, la part des surfaces en légumineuses et le nombre de cultures pratiquées. Le tableau 11 résume l'ensemble des variables utilisées dans la régression⁸ :

⁷ BEGIP : Bretagne Environnement groupement d'intérêt public (www.bretagne-environnement.org)

⁸ Un test de corrélation entre les variables a été effectué. Seules les variables non corrélées ont été retenues.

Tableau 11 : Variables utilisées pour expliquer l'efficacité technique

Y	X _i	Designation
ET	SAU	Surface totale en ha = médiane de la classe de superficie
	UGB	Nombre d'UGB total = médiane de la classe
	ZALTI	Zone altimétrique: = 1 si majeure partie de l'exploitation <300m ; = 2 si comprise entre 300 et 600m ; = 3 si >600 m
	ZDEFA	Localisation : 0= zone non défavorisée ; 1= défavorisée (RICA 5 classes)
	ZENVI	0 = n'est pas en zone « Natura 2000 », 1= zone « Natura 2000 »
	CTEXP	1 = existence d'un CTE ; 0 = pas de CTE
	TEXT_SOL	% de texture dominante en surface dans chaque région = % de texture de type moyenne : 18% <argile>35% et sable >15%
	Age	Age de l'agriculteur
	FOAGR	Niveau de formation de l'agriculteur
	CAPEX	Capitaux propres de l'exploitation
	Tx_End	Taux d'endettement de l'exploitation (%)
	EMPCT	Emprunts à court terme (en valeur)
	SUB/PRTEXP	Part des subventions dans la production totale
	UTA_NS/UTAT	Part de la main d'œuvre non salariée par rapport aux UTA totales
	RDT BT	Rendement en blé tendre
	RDT MZ	Rendement en maïs
	RDT COLZ	Rendement en colza
	RDT LAIT	Rendement en lait
	PARTCOP	Part des cultures de céréales et oléo-protéagineux (COP) dans la SAU totale : calculée
	PATLEG	Part des légumineuses dans la SAU totale = Feverole+Luzerne+Pois
Nb cultures	Calculé à partir des superficies des cultures inscrites dans le RICA	

3.1. Les déterminants de l'efficacité technique

En considérant l'ensemble des exploitations dans le même échantillon, les résultats de régression concernant les variables explicatives de l'efficacité technique pure (tableau 12) indiquent que seules quelques variables relatives à la structure de l'exploitation et à ses caractéristiques financières se sont avérées significatives mais une seule est dotée d'un paramètre positif. En effet la SAU et le nombre d'UGB ont des paramètres négatifs indiquant un effet négatif de la variable correspondante sur le score d'efficacité. Ce résultat suggère que, toutes choses étant égales par ailleurs, les exploitations utilisant le plus de SAU sont les moins efficaces. Ceci confirme le résultat obtenu concernant l'excès d'utilisation de la terre. La variable qui indique si la majorité de l'exploitation se trouve ou pas dans une zone défavorisée est également dotée d'un paramètre négatif ce qui est conforme à l'intuition que les difficultés naturelles ont une incidence négative sur les performances des exploitations. Les variables financières telles que le taux d'endettement ont une influence négative,

cependant la relation entre cette variable et l'efficacité technique n'est pas à sens unique dans la mesure où un faible niveau de performance d'une exploitation peut affecter sa structure financière (Latruffe, 2005).

Le résultat concernant la part des subventions dans le produit total de l'exploitation indique que plus le niveau de subvention est élevé plus le niveau d'efficacité est affecté négativement. Ceci confirme les résultats des études antérieures, par exemple, Latruffe et al. (2009) ont trouvé le même résultat concernant leur étude sur le rôle des subventions publiques sur l'efficacité managériale des exploitations agricoles françaises.

La seule variable dotée d'un paramètre significatif positif concerne la part des légumineuses dans l'assolement. Ce résultat est important, car les légumineuses sont fortement recommandées dans les rotations longues à cause de leurs capacités à valoriser l'azote de l'air et par conséquent elles peuvent réduire la fertilisation minérale. Cependant ce résultat paraît improbable au premier abord, surtout en présence d'exploitations de grandes cultures. Il pourrait donc être valable uniquement pour les exploitations avec activité animale. En effet, étant donné que l'échantillon est composé de plusieurs types d'exploitations, les résultats de régression peuvent être influencés par le poids de certaines variables dans certains sous-groupes d'exploitations. C'est pourquoi nous avons effectué le même travail de régression pour chaque échantillon des Otex pris séparément afin de remédier à l'hétérogénéité de l'échantillon.

Les résultats de ces régressions confirment que l'influence de certains déterminants peut varier selon la spécialisation de l'exploitation. Ceci conforte l'hypothèse généralement adoptée dans la littérature, selon laquelle ces exploitations utilisent des technologies de production différentes et donc elles ont des frontières de production différentes.

Les résultats relatifs à l'Otex 15 montrent que le niveau de capital de l'exploitation et la part des COP ont un impact positif sur le niveau d'efficacité de ce type d'exploitation. Ils indiquent à la fois que l'intensification en capital et la spécialisation de la production étaient à la base de l'amélioration des performances économiques des exploitations de grandes cultures. Ceci est aussi confirmé par la significativité négative du nombre de cultures, qui indique que, toutes choses égales par ailleurs, plus le nombre de cultures est élevé, moins les exploitations de grandes cultures sont efficaces. La spécialisation peut se révéler bénéfique dans le sens où elle permet aux agriculteurs de se concentrer sur un petit nombre de tâches, cependant la diversification peut également améliorer l'efficacité en réduisant les risques de perte en rendement à cause des maladies.

L'effet positif du capital à notre sens n'incite pas les agriculteurs à augmenter leurs stocks de matériel puisque leurs exploitations sont déjà surcapitalisées, mais les incite plutôt à une meilleure allocation du capital en effectuant des investissements plus raisonnables en faveur de nouvelles technologies capables d'améliorer l'efficacité de leurs exploitations.

La significativité et le signe positif du coefficient du nombre d'UGB suggère que l'existence d'une activité animale annexe peut avoir une influence positive sur l'efficacité technique de l'exploitation, car cela peut par exemple absorber son excès en capital.

La part des subventions et la superficie des exploitations se sont avérées d'influence négative sur l'efficacité des exploitations de l'Otex 15.

Le capital humain, considéré ici par l'âge et la formation de l'agriculteur ne révèle qu'une significativité négative de l'âge. En effet malgré l'expérience et la connaissance que peuvent avoir les agriculteurs âgés, ce sont leurs réserves et leurs réticences envers l'adoption des nouvelles technologies qui influencent le plus l'efficacité des exploitations françaises. Ce constat a été soulevé dans plusieurs études telles que Brümmer et Loy (2000) et Latruffe et al. (2008a).

Concernant les exploitations des bovins-lait, les variables de superficie, de la part des subventions dans le capital de l'exploitation et du nombre des cultures ont les mêmes effets que ceux observés dans les exploitations de grandes cultures. En revanche le nombre d'UGB n'a pas d'effet significatif pour cette Otex. Des nouvelles variables s'avèrent avoir un effet significatif.

L'examen de ces variables révèle une influence négative du taux d'endettement et de la texture du sol, et un effet positif des rendements de maïs et de colza et de la part des légumineuses dans l'assolement. L'effet du taux d'endettement peut être expliqué par les charges des crédits et les obligations de remboursement auxquelles les éleveurs doivent faire face, ce qui peut affecter l'efficacité de leurs exploitations.

En ce qui concerne la texture du sol, il faut garder en tête que la texture du sol ne peut pas refléter seule la qualité du sol. Il est donc nécessaire d'établir un autre indicateur plus représentatif et de disposer de suffisamment de données pour mieux les intégrer dans les analyses économiques. Le résultat concernant ce déterminant qui est la texture montre une significativité négative ; cela pourrait être expliqué par la nature de cultures cultivées dans les exploitations de bovins-laits. En effet les cultures telles que le maïs fourrage ou le colza peuvent être peu adaptées à une nature de sol à dominante limoneuse. C'est pourquoi, en présence de plus de sol de cette texture, toutes choses égales par ailleurs, l'efficacité technique de ces exploitations est plus faible. Cependant pour améliorer l'efficacité, il est

difficile de modifier la texture du sol sauf dans des cas particuliers comme le sablage des terres maraichères (Soltner, 2000). Il faut donc s'orienter vers une modification du taux d'humus et une floculation du couple argilo-humique. La structure et la stabilité structurale peuvent être assez facilement améliorées par le travail du sol en période favorable et avec des instruments appropriés, par l'introduction des prairies, et par les amendements calcaires et humifères (Soltner, 2000). Ainsi pour les exploitations de bovins-lait une révision du système fourrager plus adaptés aux conditions du sol et aux conditions climatiques pourrait augmenter leur efficacité.

Les variables dotées d'un signe positif s'expliquent naturellement par les besoins alimentaires des animaux élevés. En effet les rendements de maïs et de colza renvoient à la performance technique de production notamment la production fourragère destinée à l'alimentation du bétail. Le haut niveau de production augmente les stocks d'aliments et réduit le recours à l'approvisionnement extérieur en aliments fourragers ce qui réduit les coûts globaux de production de l'exploitation. La part des légumineuses influence dans le même sens le niveau d'efficacité des exploitations de l'Otex 45.

L'analyse des déterminants de l'efficacité technique des exploitations de polyculture-polyélevage montre certaines ressemblances avec les Otex 15 et 45. La particularité qui ressort pour ce type d'exploitation est l'effet positif des rendements du blé et du lait sur l'efficacité technique. Ceci indique que l'efficacité technique des exploitations de l'Otex 61 est fortement liée aux performances productives des principales productions qui sont le blé et/ou le lait. Une autre particularité importante est l'effet positif de la texture du sol. Cela signifie que la texture du sol influence l'efficacité technique pure de l'exploitation positivement, toutes choses égales par ailleurs. Contrairement aux exploitations de l'Otex 45, ceci peut révéler que les cultures cultivées et la nature des pratiques agricoles dans les exploitations de polyculture-élevage sont mieux adaptées à la structure du sol présente (présence de plus prairies naturelles par exemple).

Tableau 12: Les déterminants de l'efficacité technique pure

Y	Echantillon Ttotal	OTEX 15	OTEX 45	OTEX 61
Xi	Coeff. (β_i)			
Constante	0,889893	0,938***	1,089***	0,848***
SAU	-5,18E-04***	-5,93E-04***	-4,61E-04***	-4,82E-04***
UGB	-7,50E-05***	1,00E-03***	-1,75E-04	-8,00E-05
ZALTI	0,0124	-0,0051	-1,95E-03	2,02E-02
ZDEFA	-0,0163***	-0,017*	-0,014	-0,005
ZENVI	0,0167	0,015	0,013	0,025
CTEXP	-0,0065	-0,014	-0,011	-0,013
TEXT_SOL	5,30E-05	-1,71E-04	-6,18E-04***	5,38E-04*
Age	-0,001	-0,001**	-1,75E-03***	-7,57E-04
FOAGR	-1,95E-03	-2,01E-03	3,51E-03	-9,36E-03
CAPEX	5,40E-05	8,40E-05***	-3,70E-05	8,70E-05*
Tx_End	-2,82E-04***	1,30E-05	-9,43E-04***	-1,11E-04
EMPCT	-1,80E-04	-2,30E-05	-2,94E-04	1,90E-05
SUB/PRTEXP	-0,418***	-0,555***	-0,246***	-0,179***
UTA_NS/UTAT	0,169	0,158	0,1061	0,149
RDT BT	8,900E-05	0	1,09E-04	5,89E-04***
RDT MZ	-4,000E-05	-1,02E-04	2,88E-04**	1,70E-05
RDT COLZ	1,610E-04	-9,70E-05	7,28E-04**	-1,94E-04
RDT LAIT	-6,60E-05	2,64E-04	-7,10E-05	2,69E-04*
PARTCOP	2,74E-02	0,053***	0,019	6,00E-03
PARTLEG	1,01E-01**	0,032	0,91***	0,173
Nb cultures	-0,016	-0,01***	-0,016***	-0,017***

*, **, *** : significatif à 10%, 5%, 1%

Source : calcul des auteurs

3.2. Les déterminants de l'excès d'utilisation des ressources énergétiques

Les excès additionnels des facteurs, calculés en pourcentage du niveau de facteur utilisé (valeur « slack »/valeur réelle *100) ont été régressés sur les mêmes variables que celles choisies pour l'analyse de l'efficacité technique pure. Les résultats de la régression sur les « slacks », présentés dans le tableau 13, montrent que la SAU a un effet significatif négatif dans les exploitations de grandes cultures et les exploitations de bovins-lait. Ceci signifie que, toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de la SAU de l'exploitation diminue l'excès additionnel d'utilisation des ressources énergétiques. Ce résultat est logique dans le sens où les mêmes quantités de ressources énergétiques seront réparties sur une superficie plus grande. En revanche, dans les exploitations de polyculture-élevage, la variable SAU est dotée d'un paramètre significatif positif, c'est-à-dire qu'elle a un impact négatif sur l'utilisation de

la ressource. Ceci pourrait être expliqué par la faible technicité actuelle de ces exploitations en matière de gestion des pratiques agricoles. L'effet positif de la variable UGB, notamment dans le cas de l'Otex 45 confirme l'hypothèse de la faible valorisation des fertilisants organiques. Le capital humain et en particulier le niveau de formation de l'agriculteur montre un résultat intéressant dans la mesure où il peut jouer un rôle dans la réduction des excès du facteur énergétique. En effet, plus le niveau de formation est élevé, moins le niveau d'utilisation excessive des ressources énergétiques est élevé, ce qui témoigne de l'importance des connaissances et de la sensibilisation des agriculteurs vis-à-vis de l'environnement et des ressources naturelles.

En l'état actuel des choses, le nombre d'associés dans une exploitation peut avoir une incidence négative sur l'utilisation des ressources énergétiques, cependant un bon niveau de formation et d'information sur des techniques agricoles plus respectueuses de l'environnement pourrait canaliser la force de travail des agriculteurs pour une meilleure efficacité d'utilisation de l'énergie.

Les variables financières montrent que le taux d'endettement a un effet négatif sur l'efficacité technique de l'exploitation et un effet positif pour la réduction de l'excès d'utilisation des ressources énergétiques. Le signe négatif du paramètre indique que, plus le taux d'endettement est élevé et mieux les ressources sont gérées (maîtrise des coûts de production). La part des subventions dans le produit total indique, une fois de plus, que leur effet sur l'efficacité d'utilisation des ressources énergétique est négatif. Ce résultat intrigue sur la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des soutiens publics. A terme, ceux-ci devraient accompagner la prise de risque en matière de changement technique ou récompenser des résultats obtenus d'un effort supplémentaire pour la protection de l'environnement.

Les indicateurs de performance technique montrent des significativités différentes. L'augmentation du rendement de blé par exemple aura un effet positif sur la réduction de l'utilisation du facteur énergie, en particulier pour les exploitations de bovins-lait où le rapport entre l'intrant utilisé et le rendement du blé paraît plus faible comparativement aux autres exploitations. Le rendement de colza a un effet positif sur l'excès d'utilisation des RE dans les exploitations de l'Otex 15, ce qui interroge sur les itinéraires techniques utilisés pour les oléagineux et en particulier pour le colza.

La nature de l'assolement et des rotations indiquent d'une part que la part des COP augmente la surutilisation des ressources énergétiques pour les trois types d'exploitations. D'autre part, plus le nombre de cultures est élevé dans les exploitations de grandes cultures, plus la réduction d'utilisation de l'énergie est possible. En revanche, dans les exploitations de bovins-

lait, la relation inverse est observée. Elle peut être due à une surutilisation des engrais minéraux dans la production.

Tableau 13 : Les déterminants de l'excès d'utilisation des ressources énergétiques

Y	Echantillon total	OTEX 15	OTEX 45	OTEX 61
X _i	Coeff. (β _i)			
Constante	-16,305***	-32,582**	-19,493*	-33,685***
SAU	-0,0502***	-0,039**	-0,053*	0,067***
UGB	0,03***	0,029	0,077**	-0,018
ZALTI	0,834	0,884	-2,27	1,09
ZDEFA	1,269	-1,887	5,053**	3,443
ZENVI	-5,901**	0,00652	-2,083	-3,005
CTEXP	1,093	5,054	-7,223	1,294
TEXT_SOL	0.033	-0.074	0.053	0.039
Age	-0,106*	-0,149	-0.184	-0.093
FOAGR	-1,38***	-1,55*	-1,88*	-0.049
CAPEX	4,51E-03	-3,80E-05	-5,23E-03	-3,95E-03
Tx_End	-0.061***	-0.046	-0,114**	-0.116**
EMPCT	0.0370	-0.166**	0.069	0.04
SUB/PRTEXP	43,50***	64,74***	87,77***	54,33***
UTA_NS/UTAT	8,47***	26,202***	6,622	10,3**
RDT BT	-0.035*	-0,02	-0,119***	0,056
RDT MZ	1,890E-04	0,021	-0,017	6E-03
RDT COLZ	0,03	0,13**	-0,042	0,051
RDT LAIT	0,033***	0,034	-0,02	-2E-03
PARTCOP	6,21**	13,65*	21,025**	13,1**
PATLEG	-13,5	-3,091	-34,229	-4,951
Nb cultures	0,544	-1,623**	2,805***	0,061

*, **, *** : significatif à 10%, 5%, 1%

Source : calcul des auteurs

Conclusion et discussion

L'analyse des performances techniques et de l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques des exploitations agricoles françaises montre qu'il existe une possibilité de gains importants en termes d'efficacité globale et en termes de réduction des facteurs énergétiques. Les résultats montrent une variation selon le type d'exploitation. En effet les exploitations spécialisées en bovins-lait sont plus efficaces que les exploitations de polyculture-polyélevage ou de grandes cultures. En termes d'utilisation des facteurs de production, l'ensemble de ces exploitations présentent une surutilisation des ressources énergétiques, en particulier l'utilisation des carburants et des engrais. Les exploitations de bovins-lait sont celles qui

gaspillent le plus les ressources énergétiques, suivies des exploitations de polyculture-polyélevage, ensuite celles des grandes cultures.

Les résultats ont montré également qu'il y a des disparités entre les exploitations d'une même Otex. Cependant une seule tendance est observée : les exploitations qui ont une meilleure efficacité technique sont celles qui présentent un fort excès de ressources énergétiques.

Les excès en carburant et en engrais varient d'un type d'exploitation à un autre. Les exploitations de grandes cultures ont montré un fort excès en carburant, alors que les exploitations de bovins-lait ont montré une plus forte utilisation des engrais. Les exploitations mixtes indiquent une forte surutilisation des deux facteurs.

L'analyse des déterminants de l'efficacité technique pure a montré que les variables relatives à la structure de l'exploitation (SAU, localisation) et à ses caractéristiques financières (le taux d'endettement et la part des subventions dans le produit total) représentent un obstacle majeur à l'amélioration de l'efficacité productive.

Le capital de l'exploitation présente un atout pour l'amélioration de l'efficacité mais il faudra l'orienter vers des investissements technologiques plus respectueux de l'environnement pour allier la performance économique à la performance environnementale.

Le niveau de la dépendance vis-à-vis des subventions représente un obstacle important pour l'efficacité technique des exploitations et pour la réduction de l'utilisation des ressources énergétiques. Ceci suggère que les subventions doivent avoir plutôt une vocation d'accompagnement pour le changement technique et technologique et doivent être reliées aux résultats obtenus de l'effort engendré pour la protection de l'environnement et la protection des ressources naturelles. Ainsi les aides de la Politique Agricole Commune (PAC) pourraient contribuer à encourager l'investissement et le changement des pratiques, en dépit des risques encourus.

En ce qui concerne l'analyse des déterminants des excès d'utilisation des ressources énergétiques, nous avons observé des hétérogénéités d'effets entre les Otex : dans les exploitations de grandes cultures (Otex 15), la réduction d'utilisation du facteur énergétique est positivement influencée par la surface des exploitations et la texture du sol.

Une rotation plus longue et un assolement plus diversifié semblent améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources énergétiques. Cependant, ces pratiques pourraient avoir une influence négative sur l'efficacité productive des exploitations. Ainsi, une attention particulière doit être portée à la nature des cultures et leurs itinéraires techniques pour accompagner le changement de pratiques dans ce type d'exploitation, car une augmentation

des surfaces des oléagineux par exemple, avec les mêmes techniques de production que celles utilisées actuellement, pourrait s'avérer augmenter la réduction des ressources énergétiques. Dans les exploitations de bovins-lait, l'effet du nombre de cultures s'avère augmenter l'excès d'utilisation des ressources énergétiques. En revanche, les résultats suggèrent qu'il existe un obstacle pour ces exploitations lié principalement aux techniques de valorisation des engrais organiques et à un certain manque de performance en termes de production de céréales. Les résultats des exploitations de polycultures-polyélevage, montrent que la réduction des ressources énergétiques serait plus influencée par une maîtrise et une amélioration de la technicité actuelle de ces exploitations, que par un changement d'assolement. Le capital humain, en particulier le niveau de formation de l'agriculteur, semble avoir un rôle déterminant dans la réduction des excès des ressources énergétiques. Ainsi l'amélioration de l'utilisation de ces facteurs doit être accompagnée par une amélioration de la formation des agriculteurs et une meilleure sensibilisation à l'environnement et aux ressources naturelles. Enfin, ces résultats supposent que le changement de pratiques agricoles pourrait avoir une influence positive sur la préservation des ressources naturelles et l'amélioration de la productivité des ressources énergétiques mais il pourrait avoir également une influence négative sur l'efficacité économique globale de l'exploitation. Ces effets vont dépendre de plusieurs facteurs liés aux caractéristiques techniques et économiques de l'exploitation agricole et peuvent varier selon la nature de la pratique agricole mise en œuvre.

Bibliographie

- Agreste. (2010).** Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt : Agreste La statistique, l'évaluation et la prospective agricole. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>
- Aigner, D-J., Chu, S-F. (1968).** On Estimating the Industry Production Function. *The American Economic Review*, vol. 58, n° 4, pp. 826-839.
- Aigner, D-J., Lovell, C-A., Schmidt, P. (1977).** Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions. *Journal of Econometrics*, vol. 6, pp. 21-37.
- Alvarez, A., Arias, C. (2004).** Technical efficiency and farm size: a conditional analysis. *Agricultural Economics*, n° 30, pp.241-250.
- Amara, N., Romain, R. (2000).** Mesure de l'efficacité technique : Revue de la littérature. *Série Recherche des Cahiers du CRÉA. SR.00.07.* université Laval. Canada. Sep. 2000.
- Badillo, P-Y., Paradi, J-C. (1999).** La Méthode DEA: *Analyse des Performances*, Hermès Science Publications, Paris.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W-W. (1984).** Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, n°30, pp. 1078 –1092.
- BEGIP. (2013).** Bretagne Environnement groupement d'intérêt public (www.bretagne-environnement.org).
- Ben El Ghali, M., Daniel, K., Colson, F. (2013).** L'agriculture écologiquement intensive : une approche économique. *Economie Rurale, à paraître.*

- Blancard, S., Boussemart, J-P., Flahaut, J., Lefer, H-B. (2013).** Les fonctions distances pour évaluer la performance productive d'exploitations agricoles. *Économie rurale*, n°334.
- Borodak, D. (2007).** Les outils d'analyse des performances productives utilisés en économie et gestion : la mesure de l'efficacité technique et ses déterminants. *Cahier de recherche 5/2007. Groupe ESC Clermont.*
- Brümmer, B., Loy, J-P. (2000).** The technical efficiency impact of farm credit programmes: a case study in Northern Germany. *Journal of Agricultural Economics*, vol. 51, no 3, pp. 405- 418.
- Butault, J-P. (2006).** La formation des revenus agricoles dans les différentes orientations entre 1990 et 2004. *Communication à la Commission des Comptes de l'Agriculture de la Nation. Paris, 26 juin 2006.*
- Charnes, A., Cooper, A.W., Rhodes E. (1978).** Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, n°2, p. 429-444.
- Chemak, F., Boussemart, J-Ph., Jacquet, F. (2010).** Farming system performance and water use efficiency in the Tunisian semiarid region: data envelopment analysis approach. *International Transactions in Operational Research*, vol. 17, n°3, p. 381-396.
- Coelli, T.J., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J., Battese, G.E. (2005).** *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd Edition, Springer, New York, 366 p.
- Farrell, M-J. (1957).** The Measurement of productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (general)* 120, n°3, p. 253-290.
- Farrell, M-J., Fieldhouse, M. (1962).** Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, vol. 125, n°3, pp. 252-267.
- Griffon, M. (2007).** *Pour des agricultures écologiquement intensives : des territoires à haute valeur environnementale et de nouvelles politiques agricoles.* Groupe ESA. Angers. Les leçons inaugurales. Décembre. 73p.
- Griffon, M. (2013).** *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Editions Quae.
- Koopmans, T. (1951).** *Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities.* Edition Koopmans T.C. *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economics. John Wiley and sons, Inc. New York. Monograph, n° 13.
- Lachaal, L. (1994).** Subsidies, endogenous technical efficiency and the measurement of productivity growth". *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol. 26, no 1, pp. 299-310.
- Larue, S., Latruffe, L. (2009).** *Agglomeration Externalities and Technical Efficiency in French Pig Production*, document de travail SMART-LERECO n° 09-10, Rennes, France.
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S. Zawalinska, K. (2004).** Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland, *Applied Economics*, vol. 36, n°12, pp. 1255- 1263.
- Latruffe, L. (2005).** Les exploitations agricoles polonaises à la veille de l'élargissement : efficacité des facteurs de production et structure financière. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n°74.
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S. (2008a).** Productivity change in Polish agriculture: an application of a bootstrap procedure to Malmquist indices, *Post-Communist Economies*, vol. 20, no 4, pp. 449-460.
- Latruffe, L., Guyomard, H., Le Mouël, C. (2009).** *The Role of Public Subsidies on Farms' Managerial Efficiency: An Application of a Five-Stage Approach to France*, document de travail SMART-LERECO n° 09-05, Rennes, France.

- Latruffe, L. (2010).** *Compétitivité, productivité et efficacité dans les secteurs agricole et agroalimentaire*, Éditions OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/5km91nj6929p-fr>
- Latruffe, L., Fogarasi, J., Dejeux, Y. (2012).** Efficiency, productivity and technology comparison for farms in Central and Western Europe: The case of field crop and dairy farming in Hungary and France. *Economic Systems*, n° 36, pp. 264–278.
- Meeusen, W., Van Den Broeck, J. (1977).** Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Errors. *International Economic Review*, vol. 18, pp. 435-444.
- Schaltegger, S. (1996).** *Corporate Environmental Accounting*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester.
- Soltner, D. (2000).** *Les bases de la production végétale. Tome 1: Le sol et son amélioration*. Collection sciences et techniques agricoles.