

Économies d'échelle et économies de gamme en production laitière. Analyse technico-économique et environnementale des exploitations de polyculture-élevage françaises.

PERROT CHRISTOPHE (1), CAILLAUD DOMINIQUE (2), CHAMBAUT HELENE (3)

Institut de l'élevage (1) département Economie, 149 Rue de Bercy, 75012 Paris, (2) département Actions Régionales 9, Rue de la Vologne 54520 Laxou, (3) département Techniques d'Élevage & Qualité 9 Rue André Brouard 49000 Angers

RESUME - L'analyse statistique des coûts de production du lait met en évidence l'existence d'économies d'échelle en production laitière mais aussi d'économies de gamme dans les exploitations de polyculture-élevage laitier essentiellement dues à un meilleur emploi du facteur travail. Une analyse comparative multicritère environnementale conclut à un impact plutôt plus fort (émissions nettes de GES, eutrophisation, consommation d'énergie fossile) des ateliers laitiers des exploitations de polyculture-élevage du fait de leur caractère généralement intensif et moins herbager. L'analyse des résultats de quelques fermes de référence des Réseaux d'élevage de l'Est de la France permet de montrer que des alternatives à la trajectoire dominante existent et peuvent être profitables aux agriculteurs qui les suivent et à l'environnement. Différents stades, de plus en plus économes puis autonomes, parfois recherchés successivement par une même exploitation, sont identifiés.

Economies of scale and economies of scope in milk production. Techno-economic and environmental analysis in mixed crop and livestock farming.

PERROT CHRISTOPHE, CAILLAUD DOMINIQUE, CHAMBAUT HELENE

SUMMARY - Statistical analysis of the costs of production highlights the existence of economies of scale in milk production but also economies of scope in mixed cropping dairy farming mainly due to a better use of labor. A comparative and multifactorial analysis shows a stronger environmental impact (net GHG emissions, eutrophication, fossil fuel consumption) for commercial mixed crop and dairy farms, more intensive and less involved in grass-based systems. Besides the mainstream, some alternatives exist according to the farm reference's eastern France Network. Several more efficient and autonomous, environmental friendly ways were identified. Sometimes they were successively adopted by the same dairy farm.

INTRODUCTION

Près de 25% des vaches laitières françaises sont présentes dans des exploitations de polyculture-élevage. Un chiffre stable qui contraste avec la décroissance enregistrée dans la plupart des autres grands pays laitiers européens où cette valeur a souvent été divisée par 2 depuis les années 1990 (Allemagne 16%, Italie 8%, Royaume-Uni 5%, Danemark 4%). En France, ces exploitations mixtes obtiennent de meilleurs résultats économiques que les exploitations laitières spécialisées (à l'exception notable de 2009) et rivalisent avec les exploitations laitières européennes les plus compétitives (Pays Bas). Encouragées de fait par la politique laitière française qui a jusqu'à présent fortement ancré la production au territoire, ces exploitations ont connu une croissance forte, notamment des ateliers laitiers, qui les a conduit à mettre en place, de façon dominante, des systèmes à forte productivité (du travail, des animaux, des surfaces) d'autant plus qu'elles sont situées dans des milieux favorables. Cependant des signes d'instabilité très nets sont apparus dans certaines zones puisque ces exploitations sont les premières concernées par la concurrence entre productions qui évolue à l'intérieur même des exploitations du fait des rapports de prix et de l'envolée du prix des céréales depuis 2007-08. Les conséquences pour certaines filières et certains territoires pourraient être importantes. A contrario, la stabilisation ou l'optimisation du fonctionnement des systèmes de polyculture-élevage pourrait constituer une réponse, partielle, aux nouveaux défis alimentaires, énergétiques et environnementaux, afin de produire à la fois « plus et mieux ». Les conditions de réussite de différentes stratégies en termes de productivité, économie de charges, voire autonomie des exploitations de polyculture-élevage sont discutées à partir d'analyses réalisées à partir du RICA et des Réseaux d'élevage visant à caractériser leurs performances économiques et environnementales.

1. ANALYSE A PARTIR DES COÛTS DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS DE PLAINE.

1.1. ÉCONOMIES DE GAMME : DE L'ECONOMIE INDUSTRIELLE AUX IMPLICATIONS SOCIALES, ETHIQUES, MORALES. . . EN AGRICULTURE ?
Si le concept d'économie d'échelle est très familier, celui

d'économie de gamme l'est beaucoup moins. Les économies d'échelle traduisent la baisse du coût moyen de production (unitaire) consécutive à une hausse de la production et renvoient à la question : est-ce que cela coûte moins cher de produire davantage de biens (avec davantage de facteurs de production) ? Alors que les économies d'échelle sont souvent associées à des dynamiques de spécialisation d'une entreprise dans la production d'un bien particulier, des avantages économiques peuvent aussi être induits par la production par une entreprise de plusieurs biens, liés entre eux ou non. Sur le plan des coûts, la combinaison de productions peut permettre une utilisation et une gestion conjointe des facteurs de production. Sur le plan de la production, la production du bien A peut donner lieu automatiquement à la production du bien B. Il y a économie de gamme (ou de portée ou d'envergure) quand une compagnie qui produit 2 biens (ou plus) peut atteindre un volume de production supérieur ou avoir des coûts de productions inférieurs par rapport à 2 entreprises (ou plus) produisant chacune un seul bien (avec une même quantité de facteurs). **En bref, des économies de gamme signifient qu'il est moins coûteux de produire plusieurs biens ensemble plutôt que séparément.** Ces éléments sont caractéristiques du concept tel qu'il est manipulé en économie industrielle. En agriculture, ce concept est utilisé par de rares auteurs mais avec des implications thématiques beaucoup plus larges. Dans une analyse critique du développement de l'agriculture depuis quelques décennies, qui s'est traduit par une transformation de modes de production autonomes voire autarciques en modes de production hétéronomes, Dominique Vermersch (2004) utilise justement ce concept pour critiquer la dissociation des productions végétales et animales au sein des exploitations et ses conséquences environnementales, sociales, mais aussi morales, éthiques.

1.2. LA POLY-CULTURE ELEVAGE : UN IDEAL AGRONOMIQUE.

Depuis Sully, ministre de l'agriculture d'Henri IV, qui déclarait que « *labourage et pasturage estoient les deux mamelles [de] la France* », et Olivier de Serres, père de l'agronomie, qui prône à la même époque l'introduction de la luzerne dans les rotations, la polyculture-élevage a souvent été au coeur des réflexions et des évolutions de l'agriculture française.

Cependant, « l'âge d'or » de la polyculture-élevage semble situé beaucoup plus tard, lors de l'essor industriel entre 1830 et 1945 (d'après Jussiau et al, 1999) lorsque la révolution fourragère s'est vraiment propagée et grâce à la forte stimulation exercée par une demande croissante de produits animaux (viande, puis lait), qu'il devenait de plus en plus facile d'apporter (trains, routes) à une population en voie d'urbanisation. Elle est également un must de l'enseignement agronomique, puisque la polyculture-élevage est au cœur des concepts de la discipline (rotations, fertilité, cycle des minéraux...). L'idéal agronomique que représente la polyculture-élevage s'appuie sur quelques pratiques clés :

- La recherche d'une bonne valorisation des déjections animales permettant la reproduction de la fertilité des sols (structure, comportement physique et hydrique, fonctionnement biologique).
- La pratique de rotations culturales longues intégrant diverses espèces végétales qui entraîne une moindre pression des maladies telluriques et des ravageurs, et un meilleur contrôle des plantes adventices.
- La fourniture d'alimentation (et de litière) aux animaux par la mobilisation des productions végétales diverses (fourrages, grains) dont des légumineuses fourragères qui fixent l'azote de l'air et procurent des protéines végétales.

Cet ensemble de pratiques, qui forme un tout cohérent, à la base du système de polyculture-élevage, permet de gérer de façon plus locale et moins coûteuse les cycles de l'eau, du carbone, de l'azote, des minéraux (P, K, Ca), de diminuer les coûts de transport des matières organiques et de favoriser le recyclage de la biomasse (Dufumier, 2009). Dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle, le recours à de nouveaux intrants et facteurs de production (phosphore, azote, produits phytosanitaires, motorisation qui permet d'intervenir au bon moment sur de grandes surfaces garantissant ainsi l'efficacité des différents intrants) va cependant permettre de lever des limites de productivité tout en modifiant progressivement le fonctionnement de ces exploitations (Papy, 2010).

1.3 AVANTAGES ECONOMIQUES POTENTIELS

Les avantages potentiels des systèmes de polyculture-élevage peuvent se traduire au niveau économique de multiples façons : moindres dépenses de fertilisants minéraux (par rapport aux systèmes végétaux spécialisés), moindre frais phytosanitaires, moindres dépenses pour l'alimentation et le couchage des animaux. D'autres intérêts économiques théoriques peuvent être recensés. En premier lieu, la possibilité de partager les charges de mécanisation (traction notamment) entre plusieurs ateliers. Un exemple typique de facteur de production partageable (sharable) au cœur du concept d'économies de gamme (Panzar et Willig, 1981). On

peut aussi citer une meilleure gestion des risques et de la trésorerie liée à la diversité des productions.

1.4 FACTEUR TRAVAIL

Les systèmes de polyculture-élevage peuvent aussi être comparés aux systèmes spécialisés quant au facteur travail. Du fait de la rigidité de ce facteur, les systèmes combinant cultures et élevages peuvent présenter une optimisation dans son utilisation, en limitant par exemple les creux dans les calendriers des travailleurs permanents. Mais cela peut s'accompagner dans le même temps d'une « intensification du travail » (par l'augmentation du temps de travail ou par la multiplication des tâches à effectuer dans un temps limité par exemple). L'ensemble de ces avantages agronomiques, économiques et environnementaux, associés à l'idéal des systèmes de polyculture-élevage peut, en d'autres termes, être analysé comme des effets de gamme générés par la combinaison des ateliers de productions animales et végétales au sein d'une même entité, comparés à des entités qui seraient spécialisées dans l'une ou l'autre de ces productions. Si les effets d'échelle sont généralement associés à la spécialisation des systèmes, ceux-ci peuvent toutefois se combiner à des effets de gamme dans le cas d'exploitations de polyculture-élevage.

1.5. CALCUL ET ANALYSE DU COUT DE PRODUCTION DU LAIT DANS LE RICA ET LES RESEAUX D'ELEVAGE.

Le calcul des coûts de production d'un produit donné d'une exploitation commercialisant différents produits n'est pas aisé. L'Institut de l'Elevage (2010) a récemment proposé une méthode de calcul du coût de production applicable aux exploitations diversifiées (parmi lesquelles les exploitations de polyculture-élevage) grâce à la mise au point de clés de répartition des charges non affectées (en particulier mécanisation). C'est cette méthode qui a été appliquée aux exploitations laitières de plaine du RICA et des Réseaux d'élevage afin de tester l'existence d'économies d'échelle et/ou de gamme sur le coût de production du lait et ses différentes composantes. L'analyse du tableau de moyennes pour l'année 2008 (un exemple de conjoncture avec des prix élevés pour les charges et le lait vendu) montre que, pour les deux échantillons qui conduisent à des conclusions très convergentes, **la structure des coûts de production du lait chez les polyculteurs-éleveurs diffère sensiblement de celle des éleveurs : plus de charges opérationnelles pour 1000 l (+20€/1000l dans le RICA, dont +16€/1000l en aliments achetés) et moins de charges de structure (-14€/1000l). On observe également pour les polyculteurs-éleveurs un coût en travail nettement moins élevé (-18€/1000l), en raison d'une productivité du travail nettement supérieure.** C'est probablement dans les possibilités de **fourniture d'aliments**

Tableau 1 : Comparaison des coûts de production moyens du lait entre éleveurs et polyculteurs-éleveurs.

Source: Agreste RICA 2008 et Réseaux d'Elevage 2008- traitement Institut de l'Elevage.

	RICA 2008				Réseaux d'Elevage 2008			
	Eleveurs	Polyc-éleveurs	TOUS	écart Polyc-Eleveurs/Eleveurs dans le RICA	Eleveurs	Polyc-éleveurs	écart Polyc-Eleveurs/Eleveurs dans les Réseaux	
Nb exploitations (échantillon)	770	478	1 248		251	115		
nb exploitations (extrapolé)	39 987	17 208	57 195					
Lait commercialisé (l)	309 000	336 000		27 000	430 000	515 000	85 000	
UTA	1.8	2.2		0.4	2.3	2.8	0.5	
SAU (ha)	81	146		65	105	184	79	
€/1000 l	Charges opérationnelles	152	172	158	+20	141	159	+18
	Aliments achetés	77	93	82	+16	66	86	+20
	Appro surfaces	33	36	34	+3	29	31	+2
	Frais d'élevage	43	43	43	+	46	42	-4
	Charges de structure	228	214	224	-14	201	183	-18
	Mécanisation	113	111	112	-2			-5
	Bâtiments	53	47	52	-6			-6
	Frais de gestion	39	34	37	-5			-8
	Foncier	23	21	22	-2			
	Coût de production hors Main-d'oeuvre	380	386	382	+6	342	343	+1
	Main d'oeuvre	127	109	122	-18	105	88	-17
	Coût de production total	507	494	503	-13	447	430	-16

aux animaux par la mobilisation des productions végétales que les économies de gamme sont le moins souvent recherchées par les polyculteurs-éleveurs. Le coût d'alimentation (aliments concentrés énergétiques et protéiques achetés présentés dans le tableau ci-dessus ou prélevés sur la ferme) est supérieur dans les exploitations de polyculture-élevage et les quantités d'aliments autoconsommés (le plus souvent des céréales), par litre de lait, sont inférieures à celles prélevées par les exploitations laitières dites spécialisées en France. Les **frais d'approvisionnement des surfaces** (engrais, phytosanitaires, semences) semblent plus élevés (pour 1000l) chez les polyculteurs-éleveurs qui mettent en œuvre des systèmes fourragers plus intensifs. Au sein des exploitations de polyculture-élevage, la forte rentabilité des productions de céréales et oléagineux sur les terres labourables a conduit à une concentration de l'élevage sur un minimum de surfaces fourragères et donc à une intensification (fourragère et animale, d'où les coûts de concentrés). Cependant les fortes densités de lait obtenues par ha de SFP permettent de diluer ces charges. Si les **charges de structure** semblent plus faibles chez le polyculteurs-éleveurs, ce n'est pas en raison des charges de mécanisation qui étaient pourtant vues comme une source potentielle majeure d'économies de gamme. Ces charges de mécanisation sont à peine inférieures à celles affichées par les éleveurs. Comme chez les éleveurs, ces charges importantes peuvent s'expliquer par des exigences élevées en matière de conditions de travail, de rapidité et de souplesse d'exécution (pouvant passer par des équipements individuels). En outre, cette logique d'équipement est stimulée par une politique fiscale qui incite ces exploitations, qui affichent de bons résultats économiques, à investir en matériel. Les économies de gamme sont plutôt obtenues dans les exploitations de polyculture-élevage sur d'autres postes de charges de structure (meilleures conditions d'amortissements des bâtiments dont une partie sert à abriter le matériel de cultures, dilution de charges quasi-fixes, frais généraux, sur plusieurs ateliers). **Au final, les économies réalisées sur les charges de structure sont plus que reprises par le surcoût opérationnel lié à l'intensification et aux stratégies peu autonomes sur l'alimentation, et le coût de production hors travail est peu différent ou légèrement supérieur pour les polyculteurs-éleveurs.**

Le coût de production, travail compris, est toutefois favorable aux polyculteurs-éleveurs en raison d'une productivité supérieure du travail et donc d'un coût en travail inférieur (charges supplétives comprises pour la rémunération du travail familial qui est d'ailleurs largement dominant puisque les salariés représentent 7% des UTA des éleveurs et 14% de celles des polyculteurs-éleveurs).

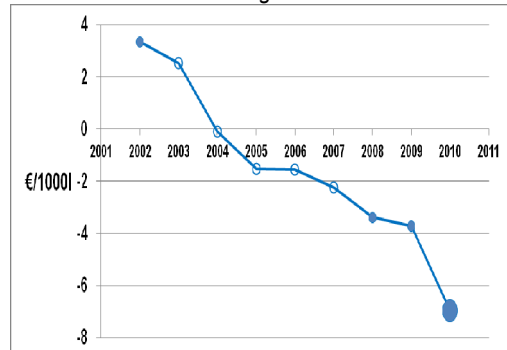
1.6 ÉCONOMIES D'ECHELLE OU ECONOMIES DE GAMME ?

Afin d'éviter une confusion d'effet avec des économies d'échelle (les ateliers laitiers de polyculteurs-éleveurs étant désormais de taille supérieure à celle des éleveurs de plaine, en particulier dans les Réseaux d'élevage) et afin de séparer et d'évaluer dans la même analyse les éventuelles économies d'échelle et économies de gamme sur les différents postes de charges, des analyses de variance ont été réalisées avec les exploitations laitières de plaine de l'échantillon RICA (environ 1200). Des effets année, dimension de l'atelier laitier (pour les économies d'échelle), polyculture-élevage et mixité lait-viande pour deux types différents d'économie de gamme, niveau d'intensification fourragère et région ont été testés sur le coût de production du lait et ses différentes composantes.

Les résultats obtenus modifient en partie les conclusions issues des comparaisons de moyennes. Bien que les modèles d'analyse de variance utilisées expliquent moins du quart de la variabilité des coûts (interquartile 100€/1000l pour le coût total sans travail 130€/1000l avec), de nombreux effets sont significatifs. Les économies d'échelle, en particulier,

apparaissent de plus en plus nettement au cours de la période d'étude (2002-2010). Une vision synthétique du développement de ces économies d'échelle est proposée avec l'évolution du coefficient de régression du coût de production hors charges supplétives (rémunération du travail familial) en fonction de la taille de l'atelier (fig. 1).

Figure 1 : Evolution du coût de production du lait hors charges supplétives (hors travail exploitant notamment), pour 100 000l de lait produit en plus (pente de la droite de régression). Source: Agreste RICA - traitement Institut de l'Elevage.



Légende : rond vide : coefficient statistiquement non significatif, rond plein : significatif <5%, gros rond plein : significatif <1%

Sur ce critère global, nous sommes donc passés d'une situation de déséconomies d'échelle en 2002 alors que les grandes exploitations sortaient d'une phase d'investissement intense en bâtiment avec le PMPOA, à une situation d'économies d'échelle (significatives depuis 2008) de plus en plus prononcées. Cette dernière évolution doit beaucoup à la gestion nationale des volumes (de lait) dans le cadre de la sortie progressive des quotas laitiers. La dimension moyenne des ateliers laitiers a augmenté autant entre 2000 et 2007 qu'entre 2007 et 2010 (de 70 à 80 000l en plaine). Ces volumes supplémentaires ont permis de diluer de façon importante les charges fixes en bâtiments (qui restent élevées dans les grandes exploitations) et mécanisation (poste sur lequel les économies d'échelle sont nettes depuis plus longtemps). Ces économies d'échelle sur les charges de structure viennent donc compenser de façon de plus en plus nette les déséconomies d'échelle constatées sur les coûts d'alimentation achetée (plus élevés par litre dans les grandes exploitations, plus intensives). En 2010, il y a désormais 21 €/1000l d'écart entre le coût de production hors charges supplétives des exploitations de la classe moyenne de plaine (300-400 000l) et celui des 2000 plus grandes exploitations françaises (1 000 000 l de moyenne), ou 56€/1000l en incluant la rémunération du travail familial (en raison de l'impact de la différence de productivité du travail, classiquement plus élevée dans les grandes exploitations).

2. UN IMPACT ENVIRONNEMENTAL PLUS ELEVE EN MOYENNE.

Les performances environnementales des exploitations sont appréhendées au travers de deux types d'indicateurs : des indicateurs de pratiques de gestion des exploitations d'une part et des indicateurs d'impact potentiel sur le milieu naturel d'autre part. Les premiers sont déjà utilisés pour le conseil car pédagogiques et relativement simples. Bilan azoté et niveau de consommation énergétique de l'exploitation sont les principaux indicateurs retenus ici. Les indicateurs d'impact retenus sont quant à eux issus des démarches d'analyse de cycle de vie. Ils donnent les niveaux d'impact potentiel de l'activité agricole sur le réchauffement climatique (émissions brutes et nettes, stockage sous prairies déduit, de gaz à effet de serre), l'eutrophisation (effets néfastes dus à l'introduction excessive de N et de P dans les écosystèmes, dont la prolifération des algues) et l'acidification du milieu (augmentation de substances acidifiantes, ammoniac notamment, dans la basse atmosphère). Des analyses de variance ont été réalisées sur la base de données des Réseaux d'élevage. Elles séparent l'effet du niveau d'intensification animale (qui dilue certains impacts lorsqu'ils

sont ramenés au litre de lait), de différents effets systèmes (polyculture-élevage vs élevage, systèmes fourragers, agriculture biologique). Toutes choses égales par ailleurs, les systèmes de polyculture élevage ont, en moyenne, un impact environnemental plus fort (émissions de GES, eutrophisation, consommation d'énergie) pour produire 1000l de lait que les systèmes spécialisés de plaine, en raison de la tendance à l'intensification mise en évidence dans l'analyse économique.. Leur bilan azoté (à l'échelle de l'exploitation) n'est pas statistiquement différent alors que l'on pouvait s'attendre à un effet bénéfique du fait des exportations d'azote plus importantes avec les produits végétaux qu'avec les produits animaux.

3. DIVERSITE DE TRAJECTOIRES.

Si une grande majorité d'exploitations de polyculture-élevage semblent préférer les économies d'échelle aux économies de gamme, une minorité d'exploitations cependant (environ 20% dans une étude de trajectoires pluriannuelles réalisée sur le RICA entre 2002 et 2008) continue à explorer des voies différentes. La diversité de ces trajectoires alternatives a été analysée à l'aide du dispositif des Réseaux d'élevage, en particulier de l'Est de la France où la moindre pression foncière et le potentiel agronomique intermédiaire ouvrent davantage l'éventail des possibles pour les exploitations. L'intégration progressive des économies de gamme dans les exploitations laitières de polyculture-élevage s'opère selon un gradient qui va des exploitations conventionnelles intensives et productives jusqu'aux exploitations en agro-biologie. Les différentes étapes ont d'ailleurs parfois toutes été parcourues par quelques unes des exploitations suivies en réseau. Le **système laitier dominant en polyculture élevage met en œuvre l'intensification laitière** au service de l'atelier des cultures de vente. Les deux ateliers sont conduits de façon assez indépendante et les économies de gamme se résument souvent aux échanges paille-fumier. Dans une première étape, la **recherche d'itinéraires techniques économes en intrants**, que ce soit au niveau de l'alimentation animale ou de la conduite des cultures, permet des gains économiques souvent substantiels car, dans le même temps, les exploitants peuvent prétendre à une bonne productivité du travail permise par la simplicité du système. La difficulté majeure de cette étape réside, pour beaucoup d'éleveurs, dans l'acceptation de résultats inférieurs aux potentialités offertes par la génétique animale et végétale, dans un environnement technique et commercial qui pousse à la recherche de performances élevées.

Une **recherche plus poussée d'économie et d'autonomie**, va souvent conduire à la remise en cause du modèle laitier dominant (vaches laitières de race Prim'Holstein, régime

alimentaire à base de maïs, utilisation massive de correcteur azoté du commerce) Pour ces exploitations, la recherche d'autonomie s'accompagne souvent d'une baisse, voire de l'arrêt, de la culture du maïs ensilage. Ce changement rend possible l'autonomie protéique : l'herbe sous ses différents conditionnements est certes moins riche en énergie, mais elle est surtout plus riche en azote. Avec des céréales et des protéagineux dans l'assolement, il devient alors possible de compléter les rations : les céréales apportent le supplément d'énergie et les protéagineux corrigent l'éventuel déficit en azote. Cette évolution est source de complexification du système et compromet les gains de productivités auxquels peuvent prétendre les autres exploitations de polyculture élevage. Lorsque l'exploitation laitière a mis en œuvre tous les leviers déjà cités, la **conversion à l'agriculture biologique** apparaît alors comme une suite logique. Avec des modes de fonctionnement déjà proches de l'agriculture biologique, l'adoption du cahier des charges ne présente souvent pas de difficulté particulière et permet d'accéder, à l'issue de la phase de conversion, à des prix plus rémunérateurs qui compensent le déficit de productivité.

CONCLUSION

Entre le changement de politique laitière qui favorise de fait les économies d'échelle avec davantage de volumes de lait disponibles et les conjonctures céréalières qui confortent de plus en plus les stratégies dominantes de maximisation des surfaces en cultures de vente et minimisation des surfaces dédiées aux animaux, les exploitations de polyculture-élevage françaises risquent d'accroître encore la recherche d'économies d'échelle tant en lait qu'en grandes cultures, plutôt que la recherche d'économies de gamme plus complexes à réaliser, voire d'abandonner les productions laitières ou animales. Favoriser dans certaines exploitations, par des actions de politique et développement agricole adaptées, le retour à une plus grande intégration agriculture-élevage permettrait une stabilisation de ces exploitations mixtes et procurerait des effets environnementaux et socio-économiques bénéfiques pour les territoires concernés.

Dufumier M., 2009. Élevages intensifs et environnement, Académie d'Agriculture de France – Colloque du 28 avril 2009.

Institut de l'Élevage, 2010. L'approche coûts de production en élevage bovins lait. *THEMA*, 8p.

Jussiau R., Montméas L., Parot J.-C., 1999. L'élevage en France: 10000 ans d'histoire. Édition Dijon : Educagri, 539 p.

Panzar J. C., Willig R. D., 1981. Economies of Scope. *American Economic Review*, 71(2), pp. 268/272.

Papy F., Goldringer I, 2010. Réintroduire en agriculture la diversité inter et intraspécifique des plantes cultivées, Académie d'Agriculture de France, séance du 13 octobre 2010.

Vermersh D., 2004. *OCL VOL. 11 N° 4/5 JUILLET-OCTOBRE 2004.*

Tableau 2 : Analyse de variance sur les indicateurs environnementaux. *Source : Réseaux d'Élevage 2008- traitement Institut de l'Élevage.*

	Effet Lait/VL sur chaque indicateur	Combinaison de production		Système fourrager			Agriculture conventionnelle ou bio		Moyenne générale	Part de variance expliquée
		Modalité témoin = Elevage	Effet polyculture-élevage	Modalité témoin = système >30%maïs	Herbe-maïs	Herbe	Modalité témoin = non bio	Effet bio		
GES brut (kg CO2/1000l)	-100/1000l	0	+64	0	-83	-88	0	-245	1230	24%
GES net (kg CO2/1000l)	-60/1000l	0	+112	0	-122	-277	0	-279	1042	41%
Eutrophisation (kg PO4/1000l)	ns	0	+1.5	0	-0.9	-2.1	0	-2.6	6.2	43%
Acidification (kg SO2/1000l)	-0.7/1000l	ns		ns			0	-2.2	8.5	13%
Bilan azoté (kgN/ha)	+11/ha	ns		0	-36	-32	-0	-45	56	55%
Energie fossile (MJ/1000l)	-150/1000l	0	+397	ns			0	-1123	2378	16%