

Analyse de la diversité des exploitations laitières spécialisées en Wallonie, sur base d'indicateurs de durabilité et de structure

Thérèse LEBACQ^{1,2}, Didier STILMANT², Philippe BARET¹

¹ Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute, Croix du Sud 2, L7.05.14, 1348 Louvain-la-Neuve.

² Centre wallon de Recherches agronomiques, Unité Systèmes agraires, Territoire et Technologies de l'information, Rue de Serpont 100, 6800 Libramont.

1. Introduction

Les exploitations agricoles sont confrontées à de multiples défis d'ordre économique, environnemental, politique et social. Ces défis concernent, par exemple, l'augmentation des coûts de production, la volatilité des prix des produits agricoles, l'accentuation des réglementations environnementales et sanitaires, les modifications de la politique agricole (subsidés, quotas). De nouvelles attentes sociétales émergent également, quant à la qualité des produits, le bien-être animal et l'utilisation de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (Darnhofer et al., 2010). Dans ce contexte, le développement de systèmes d'élevage durables, c'est-à-dire économiquement viables, respectueux de l'environnement et acceptables d'un point de vue social, constitue un enjeu important (Boogaard et al., 2011; ten Napel et al., 2011). Dans ce cadre, ce travail a pour objectif d'analyser la diversité des exploitations laitières spécialisées présentes en Wallonie, en termes de durabilité. A cette fin, l'analyse consiste à réaliser une typologie d'un échantillon d'exploitations, sur base d'indicateurs économiques, environnementaux et sociaux, et à identifier des exploitations se situant en marge des principaux types identifiés. Ces dernières pourraient, en effet, constituer des systèmes d'élevage alternatifs, à promouvoir dans le cadre d'une transition vers des systèmes d'élevage capables de faire face aux multiples défis du secteur.

2. Méthode d'analyse

Cette analyse a été réalisée à partir de données fournies par l'Association Wallonne de l'Élevage (AWE) et le Département de l'Analyse économique agricole (DAEA) de la Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement. Ces données concernaient un ensemble d'exploitations laitières spécialisées, ayant été sélectionnées selon la typologie européenne des orientations technico-économiques (OTE). 478 exploitations laitières spécialisées (OTE 41), pour lesquelles les données étaient disponibles en 2008 et 2009, ont été considérées dans cette analyse. Cet échantillon n'est pas représentatif des fermes laitières wallonnes. La majorité des fermes de l'échantillon se situe, par exemple, en Région herbagère liégeoise (59 %) et en Haute-Ardenne (25 %). Cette analyse permettra, par conséquent, de donner une image de la diversité des systèmes wallons, sans pour autant quantifier leur importance. Une revue bibliographique a permis de sélectionner 15 indicateurs environnementaux, 10 indicateurs économiques, 6 indicateurs sociaux et 21 indicateurs de structure, qui ont ensuite été quantifiés (Lebacq et al., 2012). Parmi ces indicateurs, les variables qualitatives et ordinales ont uniquement été utilisées *a posteriori* pour interpréter les résultats.

Des analyses multivariées itératives (analyses en composantes principales, classifications hiérarchiques) ont été réalisées sur base de ces indicateurs afin d'identifier les principaux types d'exploitations présents dans l'échantillon. Dans l'objectif de renforcer la fiabilité de la typologie, les indicateurs relatifs aux 478 fermes et évalués en 2008 et 2009, c'est-à-dire 956 couples *ferme x année*, ont été considérés dans l'analyse. Toutefois, afin d'éviter le biais liés aux différences interannuelles, les indicateurs ont préalablement été transformés selon une loi normale centrée réduite, séparément par année. Au cours du processus d'analyse, des exploitations ont été extraites du classement car elles se différenciaient des classes principales en termes de structure et/ou de durabilité. Ces exploitations ont donc été considérées comme *marginales*. Une analyse discriminante linéaire a ensuite permis de relier ces fermes au type principal dont elles étaient les plus proches.

3. Résultats et discussion

Cinq types d'exploitations laitières spécialisées ont été mis en évidence. Ces types diffèrent les uns des autres par : (1) leur structure, c'est-à-dire l'occupation de la superficie agricole utile (SAU), l'intensité de chargement et de production, la taille des exploitations ; et par (2) leur durabilité, plus précisément leurs performances économiques et environnementales. Un test de comparaison multiple des moyennes a été réalisé afin de caractériser les différences et similarités entre types (Tableau 1). Dans cette section, les différents types sont comparés entre eux et non pas vis-à-vis de valeurs de référence absolues.

Le type [C] est un système qui associe la production laitière aux cultures de ventes. Les fermes [C] sont principalement localisées dans le Condroz (26 %), en Région limoneuse (18 %), en Région herbagère liégeoise (13 %) et en Ardennes (12 %). En comparaison aux quatre autres types, ces exploitations sont moins spécialisées en production laitière (61 %), détiennent davantage de cultures de vente (20 % de la SAU) et des proportions de superficie fourragère et de prairies permanentes inférieures (75 % et 51 % de la SAU). En moyenne, 16 % de leur SAU est aussi occupée par du maïs. Vu ces caractéristiques structurelles, ce type possède les coûts moyens en pesticides les plus élevés, soit 62 €/ha. En termes de chargement, de consommation énergétique et d'émissions d'azote, le type [C] se positionne de manière intermédiaire vis-à-vis des autres types. Ses performances économiques sont faibles : ces exploitations ont, en moyenne, une dépendance financière élevée (68 %), un excédent brut d'exploitation (EBE) inférieur (50169 €/unité de travail familial), sont peu efficaces (48 %) et peu autonomes (59 %).

Tableau 1 Moyennes \pm écart-types d'un ensemble de caractéristiques relatives aux cinq types d'exploitations laitières identifiés.

Unités		Lait – cultures [C]	Prairies [P1]	Prairies [P2]	Prairies Maïs [PM1]	Prairies Maïs [PM2]
		11,1 %	26,9 %	24,6 %	12,9 %	24,4 %
Occupation de la SAU						
Superficie agricole utile (SAU)	Hectare (ha)	83,61 ^c \pm 33,41	58,66 ^b \pm 18,85	45,62 ^a \pm 11,67	59,05 ^b \pm 17,64	75,18 ^c \pm 23,11
Superficie fourragère (SF)	% SAU	75,49 ^a \pm 14,67	98,28 ^c \pm 4,76	99,57 ^c \pm 2,02	95,02 ^b \pm 7,08	98,09 ^c \pm 4,45
Prairies permanentes	% SAU	50,91 ^a \pm 17,59	94,63 ^c \pm 12,20	93,82 ^c \pm 7,97	76,68 ^b \pm 24,93	82,76 ^b \pm 12,90
Maïs	% SAU	16,50 ^d \pm 6,63	1,74 ^a \pm 4,34	5,33 ^b \pm 6,28	9,78 ^c \pm 8,11	14,46 ^d \pm 9,10
Cultures de vente	% SAU	20,49 ^b \pm 15,93	0,37 ^a \pm 2,06	0,28 ^a \pm 1,78	1,49 ^a \pm 3,56	1,08 ^a \pm 3,58
Intensité et taille						
Spécialisation	% produit total	60,86 ^a \pm 14,91	83,40 ^c \pm 9,54	86,93 ^d \pm 5,29	78,42 ^b \pm 12,13	85,72 ^{c,d} \pm 6,73
Vaches laitières	Nombre de vaches	66,72 ^a \pm 22,65	59,60 ^a \pm 19,32	63,42 ^a \pm 14,35	58,45 ^a \pm 16,83	106,61 ^b \pm 29,66
Main d'œuvre	Unité de travail (UT)	1,85 ^b \pm 0,78	1,43 ^a \pm 0,45	1,41 ^a \pm 0,39	1,44 ^a \pm 0,48	2,01 ^b \pm 0,66
Charge en bétail	Unité gros bétail/ha SF	2,69 ^b \pm 0,84	2,12 ^a \pm 0,38	3,01 ^c \pm 0,42	2,25 ^a \pm 0,40	3,19 ^c \pm 0,48
Production laitière	litre/vache	5840 ^a \pm 1779	5767 ^a \pm 991	7080 ^b \pm 869	5748 ^a \pm 1142	7099 ^b \pm 889
	litre/hectare	4881 ^a \pm 2052	6002 ^a \pm 1436	9984 ^b \pm 1655	5814 ^a \pm 1474	10211 ^b \pm 1827
Environnement						
Coûts des pesticides	€/hectare SAU	61,67 ^d \pm 33,44	5,96 ^a \pm 8,48	12,21 ^b \pm 11,36	18,62 ^b \pm 16,88	24,35 ^c \pm 17,29
Solde du bilan azoté	kg N/ha SAU	119,38 ^b \pm 48,32	75,93 ^a \pm 56,38	157,35 ^c \pm 64,27	95,07 ^{a,b} \pm 43,20	168,09 ^c \pm 63,91
Consommation d'énergie	Megajoule (MJ)/ha SAU	19656 ^b \pm 6577	16116 ^a \pm 6837	28877 ^c \pm 8939	17770 ^{a,b} \pm 5753	28857 ^c \pm 8932
Frais vétérinaires	€/vache	108,05 ^b \pm 47,34	77,77 ^a \pm 37,45	91,55 ^b \pm 41,64	95,98 ^b \pm 41,48	94,35 ^b \pm 44,95
Economie						
Excédent brut d'exploitation	€Unité de travail familial	50169 ^a \pm 26981	63402 ^b \pm 25882	66383 ^{b,c} \pm 22106	43682 ^a \pm 19024	74810 ^c \pm 31062
Efficience économique	% produit total	47,69 ^{a,b} \pm 13,72	64,49 ^d \pm 12,98	58,01 ^c \pm 8,73	46,77 ^a \pm 12,34	52,53 ^b \pm 11,81
Autonomie économique	% produit total	59,47 ^{a,b} \pm 9,04	70,79 ^c \pm 8,54	62,27 ^b \pm 7,22	56,72 ^a \pm 11,68	56,58 ^a \pm 9,44
Importance des subsides	% produit total	17,07 ^c \pm 4,16	15,22 ^b \pm 6,04	11,41 ^a \pm 2,00	14,73 ^{b,c} \pm 3,87	11,58 ^a \pm 2,32
Dépendance financière	% excédent brut	68,43 ^{b,c} \pm 90,72	36,62 ^a \pm 31,38	40,66 ^a \pm 19,92	75,30 ^c \pm 62,15	53,13 ^b \pm 31,75

^{a, b, c, d}: pour chaque indicateur, les moyennes présentant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement entre elles (**P < 0,01).

Deux systèmes basés sur les prairies ont été identifiés : en moyenne, quasiment 95 % de leur SAU est occupée par des prairies permanentes. Le premier [P1] compte des fermes essentiellement situées en Haute-Ardenne (57 %) et en Région herbagère liégeoise (38 %). Il s'agit d'exploitations peu intensives, avec un chargement de 2,1 unités gros bétail (UGB)/ha et une production laitière de 5767 l/vache et de 6002 l/ha. En comparaison aux autres types, ces exploitations ont de bonnes performances environnementales et économiques. Leurs coûts en pesticides, leurs frais vétérinaires, leurs émissions d'azote et leur consommation énergétique sont faibles. D'autre part, elles sont efficaces (64 %) et autonomes (71 %) d'un point de vue économique. Ce type inclut en outre une forte proportion de fermes autonomes en fourrages : 51 % des fermes [P1] n'achètent pas de fourrages, de même que 22 % d'exploitations biologiques.

Le second système basé sur la prairie [P2] compte des exploitations majoritairement localisées en Région herbagère liégeoise (84 %). En moyenne, le maïs occupe 5 % de la SAU de ces fermes, soit légèrement plus que dans le type [P1]. Ces fermes sont aussi plus spécialisées et plus intensives, avec un chargement moyen de 3 UGB/ha, une spécialisation moyenne de 87 % et une production laitière moyenne de 7080 l/vache et de 9984 l/ha. D'un point de vue environnemental, ces fermes ont des émissions d'azote et une consommation en énergie élevées, tandis que leurs coûts en pesticides sont relativement faibles. D'un point de vue économique, ce type possède, en comparaison aux autres types, un EBE élevé (66383 €unité de travail familial), une faible dépendance financière (41 %) et des valeurs moyennes en ce qui concerne l'efficacité et l'autonomie économique (respectivement 58 % et 62 %).

Les deux derniers systèmes identifiés au cours de cette analyse sont également basés sur les prairies permanentes mais possèdent une proportion de maïs plus importante que dans les deux types précédents. Le premier type « prairie – maïs » [PM1] comprend des exploitations réparties essentiellement en Région herbagère liégeoise (46 %), en Haute-Ardenne (25 %) et en Ardennes (11 %). Ce type est proche du type [P1], en ce qui concerne sa production laitière et son chargement. Les moyennes de ces indicateurs ne diffèrent pas significativement entre ces deux types. Ses performances environnementales sont aussi globalement similaires. Seuls les coûts en pesticides et en produits vétérinaires sont plus élevés (respectivement 19 €/ha and 96 €/vache). Par contre, ce type a des performances économiques moins favorables que le type [P1] et proches de celles du type [C].

81 % des exploitations du second type « prairie – maïs » [PM2] sont localisées en Région herbagère liégeoise. Ces exploitations sont de grande taille, avec une SAU (75 ha), un troupeau laitier (107 vaches laitières) et une quantité de main d'œuvre (deux unités de travail) significativement plus élevées que dans les quatre autres types. Un peu plus de la moitié de ces fermes compte deux ou plus de deux exploitants. Il s'agit de fermes intensives, avec un chargement moyen de 3,2 UGB/ha et une production laitière de 7099 l/vache et 10211 l/ha. Ces exploitations ont des émissions d'azote et une consommation d'énergie élevées à l'hectare (168 kg d'azote/ha et 28857 MJ/ha). D'un point de vue économique, ce type a l'EBE moyen le plus élevé, soit 74810 €unité de travail. Il possède une efficacité et une autonomie économique inférieures à celles de [P1] et [P2].

En résumé, diverses tendances, concernant les caractéristiques techniques et structurelles de ces cinq types, peuvent être mises en évidence. D'une part, en ce qui concerne la répartition de la SAU, trois systèmes ont été identifiés : un système « lait – cultures » [C] ;

un système basé sur les prairies, [P1] et [P2] ; et un système basé sur les prairies et le maïs, [PM1] et [PM2]. D'autre part, en ce qui concerne l'intensité de production de ces différents types, [P1] et [PM1] sont peu intensifs, en termes de chargement (2,1 et 2,2 UGB/ha) et de production laitière (5767 et 5748 l/vache, 6002 et 5814 l/ha). Ils s'opposent aux types [P2] et [PM2], qui sont plus intensifs (3 et 3,2 UGB/ha, 7080 et 7100 l/vache, 9984 et 10211 l/ha). Le type [C] présente une position intermédiaire : (1) au niveau de la production laitière, [C] ne diffère pas significativement de [P1] et [PM1] ; (2) [C] a un chargement moyen significativement supérieur à ceux de [P1] et [PM1] mais inférieurs à ceux de [P2] et [PM2].

La production laitière moyenne d'un échantillon représentatif des exploitations laitières spécialisées wallonnes (OTE 41) était de 5713 kg/vache en 2008 (European Commission, 2013). En comparaison, les types [P2] et [PM2] possèdent donc un rendement laitier élevé. Ces mêmes types possèdent une production laitière à l'hectare supérieure aux valeurs observées dans d'autres régions ou pays européens, tels que l'Ouest de la France (4200 kg/ha), le Danemark (7200 kg/ha) ou la Flandre (9943 kg/ha) (Meul et al., 2007b; Pflimlin, 2010). Vu les différences méthodologiques intervenant dans le calcul du chargement à l'hectare, il est difficile de comparer les chargements moyens des différents types avec des références issues de la littérature.

Outre ces caractéristiques de structure, certaines tendances concernant les performances sociales, économiques et environnementales de ces cinq types peuvent également être notées. Tout d'abord, peu de différences relatives aux indicateurs sociaux ont été observées. Cela peut s'expliquer par : (1) le faible nombre d'indicateurs sociaux utilisés dans cette analyse ; (2) le fait que les indicateurs utilisés sont fortement liés à la structure de l'exploitation puisqu'ils concernent essentiellement la main d'œuvre. En second lieu, les types [P1], [P2] et [PM2] ont, de manière générale, de meilleures performances économiques que les types [C] et [PM1]. [P1] possède une efficacité et une autonomie économique significativement plus importantes que [P2] et [PM2], de même qu'une moindre dépendance financière. [P2] et [PM2] sont quant à eux moins dépendants des subsides que [P1].

D'un point de vue environnemental, les types [P1] et [PM1] ont les émissions d'azote et les consommations en énergie les plus faibles (76 et 95 kg d'azote/ha, 16116 et 17770 MJ/ha), tandis que [P2] et [PM2] ont les valeurs moyennes les plus élevées (157 et 168 kg d'azote/ha, 28877 et 28857 MJ/ha). Le type [C] possède quant à lui une position intermédiaire pour ces deux indicateurs, tandis qu'il possède les coûts en pesticides les plus élevés (62 €/ha), en raison de la présence importante de cultures de vente et de maïs dans sa SAU.

Les valeurs obtenues pour ces deux indicateurs sont cohérentes avec des références issues de la littérature. En ce qui concerne le solde du bilan en azote, les types [P1] et [PM1] possèdent des moyennes proches des valeurs moyennes de systèmes laitiers « herbe » et « maïs-herbe » de l'Ouest de la France, respectivement 60 à 80 kg azote/ha et 80 à 100 kg azote/ha (Peyraud et al., 2012). Les trois autres types [C], [P2], [PM2] possèdent des valeurs moyennes plus élevées mais toutefois inférieures aux valeurs observées en Flandre, dans des exploitations de même orientation (OTE 41) : 250 kg azote/ha, en moyenne sur les années 2000-2001 (Meul et al., 2007b). Vis-à-vis de la consommation en énergie, les valeurs moyennes des cinq types wallons sont supérieures aux moyennes observées en France : 14284 MJ/ha pour des systèmes laitiers herbagers et 15537 MJ/ha

pour des systèmes laitiers basés sur la prairie et le maïs (Beguin et al., 2008). De même que pour l'azote, les types wallons ont une consommation énergétique moyenne inférieure à la moyenne observée dans un échantillon représentatif de fermes laitières spécialisées situées en Flandre, soit 36372 MJ/ha (Meul et al., 2007a). Ces comparaisons doivent toutefois être considérées avec précautions, étant donné les différences méthodologiques, potentiellement importantes, pouvant intervenir dans le calcul de tels indicateurs. A titre d'exemple, le solde du bilan en azote, tel qu'il est calculé dans cette analyse, ne tient pas compte de la fixation d'azote par les légumineuses. D'autre part, la consommation énergétique est évaluée en intégrant la consommation d'électricité, de mazout, d'aliment et d'engrais minéraux mais ne considère, par exemple, pas les pesticides, les bâtiments et les machines agricoles.

Ces résultats mettent en évidence que des types d'exploitations, ayant des caractéristiques de structure similaires, peuvent présenter des performances environnementales et économiques contrastées. A titre d'exemple, parmi les deux types basés sur la prairie, [P1] possède de meilleures performances environnementales que [P2], pour des performances économiques équivalentes. La méthode d'analyse ne permet cependant pas d'expliquer les pratiques inhérentes à de telles différences. Une étude plus approfondie des indicateurs responsables de ces différences devrait dès lors être réalisée afin d'expliquer ces observations.

En termes d'interprétation, les indicateurs sélectionnés et la méthode de calcul de ces indicateurs influencent les résultats obtenus. Dans cette analyse, les indicateurs environnementaux ont été exprimés par hectare. Bien que des indicateurs d'efficacité et de production aient été considérés conjointement au cours de l'analyse, l'expression des indicateurs par litre de lait pourrait modifier les conclusions tirées ci-dessus. Le solde en azote et la consommation en énergie ont été exprimés par 1000 kg de lait, pour les types les plus spécialisés [P1], [P2] et [PM2] (83 à 87 % de la valeur de la production issue du lait), en considérant que tous les intrants étaient alloués à la production laitière. Ces trois types ont un solde azoté de, respectivement, 12,2, 15,7 et 16,4 kg azote/1000 kg de lait et une consommation en énergie de 2656, 2873 et 2829 MJ/1000 kg de lait. Ces résultats ne mettent donc pas en évidence de meilleures performances environnementales, exprimées par unité de produit, pour les types les plus intensifs [P2] et [PM2].

Enfin, certains objectifs de durabilité n'ont pas été pris en compte dans ce travail parce que les données nécessaires n'étaient pas disponibles. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre, la qualité du sol, la qualité du paysage, le bien-être animal, la qualité des produits, la charge de travail, la qualité de vie de l'exploitant sont autant de dimensions qui n'ont pas pu être considérées dans cette analyse.

4. Perspectives : les fermes marginales, des systèmes potentiellement innovants ?

Au cours du processus d'analyse, des exploitations ont été extraites de la classification car elles différaient des autres exploitations du point de vue de leur structure, de leurs performances environnementales et/ou de leurs performances économiques. 75 fermes ont ainsi été considérées comme marginales. Sur base des indicateurs calculés pour chacune d'entre elles, elles ont été reliées aux types dont elles sont les plus proches. Trois catégories de fermes marginales, non exclusives, ont ainsi pu être identifiées : des fermes

ayant de meilleures performances économiques et/ou environnementales que leur type de référence ; des fermes ayant de moins bonnes performances économiques et/ou environnementales que leur type de référence ; des fermes structurellement différentes de leur type de référence. En prolongement de ce travail, il s'agirait donc d'étudier plus particulièrement les exploitations marginales présentant de meilleures performances que leur type de référence. Celles-ci pourraient, en effet, constituer des systèmes alternatifs à promouvoir dans le cadre d'une transition vers des systèmes d'élevage durables.

Une telle transition nécessite de considérer une échelle supérieure à celle de la ferme. En effet, un processus de transition résulte d'interactions entre différents éléments (Geels and Schot, 2007) : (1) le régime sociotechnique constitué de l'ensemble du secteur, des fermes, de la filière, des relations entre acteurs, des règles, des compétences et des technologies présentes au sein de ce secteur ; (2) les innovations, c'est-à-dire des systèmes d'élevage innovants ou des innovations technologiques qui se développent dans des espaces protégés des contraintes du marché, les niches ; (3) le paysage sociotechnique : les contraintes exercées par l'environnement externe (politique, institutions, etc.) sur le secteur. Par conséquent, l'étude des voies d'évolution des exploitations laitières implique d'analyser ces différents niveaux. Il est aussi important d'intégrer une dimension dynamique à cette analyse afin d'étudier l'évolution des systèmes identifiés face à certains changements de contexte.

5. Conclusion

Comprendre la diversité des exploitations agricoles au sein d'une région est une étape clé dans un contexte marqué par de nombreux défis. La diversité des exploitations laitières spécialisées wallonnes a été analysée en réalisant des analyses multivariées itératives sur un ensemble d'indicateurs de durabilité et de structure. Cinq types d'exploitations ont été identifiés. Ceux-ci diffèrent au niveau de la répartition de leur superficie agricole utile, ainsi qu'en termes d'intensité de production, de chargement, de performances économiques et environnementales. L'analyse a mis en évidence que certains types, présentant des caractéristiques structurelles similaires, possèdent des performances environnementales et économiques contrastées. Il s'agit dès lors d'identifier les pratiques expliquant ces différences. D'autre part, 75 fermes, se différenciant des cinq principaux types, ont été identifiées. Parmi ces exploitations, certaines pourraient constituer des systèmes alternatifs à promouvoir dans un contexte de transition vers des systèmes capables de faire face aux enjeux auxquels le secteur laitier se trouve confronté.

Remerciements

Nous remercions le FRIA (Fonds de Recherche pour l'Industrie et l'Agriculture) pour le financement de la thèse, de même que l'Association Wallonne de l'Elevage (AWE) et le Département de l'Analyse économique agricole (DAEA) pour la mise à disposition des données.

Références

- Beguin, E., Bonnet, J., Belveze, J., Bellet, V., 2008. Evaluation des consommations d'énergie dans les exploitations bovines et ovines et identification de marges de progrès. Institut de l'Élevage. 60 p.
- Boogaard, B.K., Oosting, S.J., Bock, B.B., Wiskerke, J.S.C., 2011. The sociocultural sustainability of livestock farming: an inquiry into social perceptions of dairy farming. *animal* 5, 1458–1466. doi: 10.1017/S1751731111000371.
- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., Milestad, R., 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 545–555. doi: 10.1051/agro/2009053.
- European Commission, 2013. Agriculture - FADN Public Database. http://ec.europa.eu/agriculture/rica/database/database_en.cfm (Consulté le 18/01/2013).
- Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417. doi: 10.1016/j.respol.2007.01.003.
- Lebacqz, T., Baret, P.V., Stilmant, D., 2012. Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.* doi: 10.1007/s13593-012-0121-x.
- Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., Hofman, G., 2007a. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119, 135–144.
- Meul, M., Nevens, F., Verbruggen, I., Reheul, D., Hofman, G., 2007b. Operationalising eco-efficiency in agriculture: the example of specialised dairy farms in Flanders. *Progress in Industrial Ecology* 4, 41–53.
- Peyraud, J.-L., Cellier, P., Donnars, C., Réchaudère, O., 2012. Les flux d'azote liés aux élevages. Réduire les pertes, rétablir les équilibres. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport. Inra, France. 68 p.
- Pflimlin, A., 2010. Europe laitière. Valoriser tous les territoires pour construire l'avenir. France Agricole Editions, Paris.
- Ten Napel, J., Van der Veen, A.A., Oosting, S.J., Koerkamp, P.W.G.G., 2011. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. *Livestock Science* 139, 150–160. doi: 10.1016/j.livsci.2011.03.007.