

Interrelations entre systèmes d'élevage bovins ou ovins en agriculture biologique et environnement

FLEURY Ph. (1), LEROYER J. (2), FIORELLI J.-L. (3), CAVRET S. (4)

(1) ISARA-LYON, Agrapole, Département SSG, 23, rue Jean Baldassini, 69364 Lyon Cedex 07, Email : fleury@isara.fr.

(2) ITAB, 9, rue André Brouard - BP 70510, 49105 Angers, Cedex 02.

(3) INRA SAD, Unité ASTER, 662 av Louis Buffet, 88500 Mirecourt.

(4) ISARA-LYON, Agrapole, Département AGEPE, SSG, 23, rue Jean Baldassini, 69364 Lyon Cedex 07.

RESUME

Cette synthèse sur les relations entre les élevages biologiques et l'environnement est le fruit d'un travail collectif au sein du Réseau Mixte Technologique « Développement de l'Agriculture Biologique » : le RMT DévAB. Nous nous sommes concentrés sur les élevages de ruminants, bovins et ovins, en nous intéressant à deux questions. Tout d'abord celle des impacts des élevages biologiques sur différentes composantes de l'environnement : émissions de gaz à effet de serre, stockage de carbone, fertilité des sols, qualité de l'eau, biodiversité et paysage. Dans un second temps, nous analysons comment les thématiques environnementales peuvent devenir un facteur de production et de développement de l'agriculture biologique. A l'échelle de l'exploitation, nous montrons la diversité des stratégies des éleveurs tant en matière de chargements animaux que d'autonomie alimentaire et fourragère. A l'échelle territoriale, nous analysons les intérêts et les difficultés de projets associant agriculteurs et acteurs de l'environnement dans une double perspective de valorisation des produits de l'élevage biologique et de préservation de l'environnement.

Interrelationships between organic cattle and sheep farms and environment

FLEURY Ph. (1), LEROYER J. (2), FIORELLI J.-L. (3), CAVRET S. (4)

(1) ISARA-LYON, Agrapole, Département SSG, 23, rue Jean Baldassini, 69364 Lyon Cedex 07, Email : fleury@isara.fr.

SUMMARY

This review on the interrelationships between organic farming and the environment was realised in the frame of the technological combined network called « development of organic farming » (The RMT "DevAB" in French). We focussed on cattle and sheep farms. We discuss two issues. Firstly, the impact of organic farming on the following environmental components : emission of greenhouse gases, carbon storage, soil fertility, water quality, biodiversity and landscape. Secondly, we analyze how environmental concerns can become an asset for the development of organic farming. At the farm level, we show the diversity of strategies of farmers in terms of both stocking rate and forage and food self-sufficiency. At the territorial level, we analyzed the interests and the difficulties of projects involving farmers and environmental stakeholders towards economic valorisation of organic products and protection of the environment.

INTRODUCTION

Cette synthèse sur les interrelations entre les élevages biologiques et l'environnement est le fruit d'un travail collectif réalisé au sein du Réseau Mixte Technologique « Développement de l'Agriculture Biologique » : le RMT DévAB. Nous nous sommes concentrés sur les élevages de ruminants, bovins et ovins, pour deux raisons. D'une part, les élevages de porcs et de volailles, comme les données disponibles sur ces élevages, sont moins nombreux. D'autre part, du fait d'un recours plus faible aux prairies et aux cultures fourragères, les problématiques liées à ces productions sont très différentes.

Dans ce texte, nous nous intéressons à deux questions. Tout d'abord celle des impacts environnementaux des élevages biologiques. Dans un second temps, nous analysons comment les thématiques environnementales peuvent devenir un facteur de production et de développement de l'agriculture biologique (AB). Pour cela, nous nous appuyons sur une approche de la diversité des systèmes et des pratiques des éleveurs biologiques, tant en matière de chargements animaux que d'autonomie alimentaire et fourragère. A l'échelle territoriale, nous analysons les intérêts et les difficultés de projets associant agriculteurs et acteurs de l'environnement dans une double perspective de valorisation des produits de l'élevage biologique et de préservation de l'environnement. Enfin, notre conclusion fait le point sur les enjeux principaux et les questions à approfondir sur les interrelations entre élevages biologiques et environnement.

1. MATERIEL ET METHODES

Nous avons associé deux sources d'informations :

- une revue bibliographique nationale et internationale des publications récentes concernant les relations entre l'agriculture biologique et les composantes de l'environnement suivantes : émissions de gaz à effet de serre, bilan carbone (stockage et émissions de carbone au sein du système d'élevage), fertilité des sols, qualité de l'eau, biodiversité et paysage. Ce travail de synthèse nous permet de faire le point sur les impacts de l'agriculture biologique sur l'environnement, 290 publications, dont 36 plus spécifiquement consacrées à l'élevage ont été utilisées.
- Des enquêtes individuelles auprès d'experts et d'acteurs du terrain. Ces enquêtes nous ont permis d'étudier différents projets cherchant à associer valorisation des produits de l'élevage biologique et préservation de l'environnement.

2. RESULTATS

2.1. LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'ELEVAGE BIOLOGIQUE

La réglementation de l'AB, qui interdit l'utilisation de produits de synthèse et limite les chargements animaux et les intrants, paraît favorable à la préservation de l'environnement. Pour autant, cette réglementation, fondée sur des obligations de moyens, ne dispense pas d'une évaluation rigoureuse des performances réelles des élevages biologiques. L'évaluation des impacts environnementaux de cet élevage biologique

nécessite des approches multicritères prenant en compte les impacts sur la biodiversité, les sols, l'eau, les émissions de gaz à effet de serre et la consommation énergétique. Dans ce paragraphe nous présentons tout d'abord quelques résultats d'Analyses de Cycle de Vie (ACV). Bien que ne prenant pas en compte toutes ces composantes de l'environnement (la biodiversité et la valorisation de l'espace rural notamment, ne sont pas abordées de façon directe) ces analyses permettent une évaluation assez globale. Nous faisons ensuite un point composante par composante de l'environnement.

2.1.1. Analyses de cycle de vie dans les exploitations Bovins Lait

Les travaux de De Boer (2003), repris par Rosati et Aumaitre (2004) et ceux plus récents de Van Der Werf et al (2009) proposent une comparaison de l'impact environnemental de systèmes laitiers biologiques et conventionnels dans plusieurs pays d'Europe : Suède, Pays-Bas, Allemagne et

France. Ils s'appuient en particulier sur les potentiels d'**acidification**, d'**eutrophisation** et de **réchauffement global** comme mesures d'impact. L'acidification est liée à l'émission de différents gaz dans l'air : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x), acide chlorhydrique (HCl), ammoniac (NH₃). La combinaison de ces gaz avec d'autres molécules se traduit par une acidification des écosystèmes. L'eutrophisation inclut l'émission de substances et de gaz dans l'eau et dans l'air, ce qui affecte le potentiel de croissance des écosystèmes. Elle est principalement constituée par les transferts de phosphore vers l'eau et les pertes d'azote nitrique par lessivage. Elle est exprimée en kg d'équivalent PO₄ pour l'eutrophisation en phosphore ou en kg d'équivalent NO₃ pour l'eutrophisation azotée. Le potentiel de **réchauffement global** est caractérisé par l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère : CO₂, CH₄ et N₂O, elle est exprimée en kg équivalent CO₂.

Tableau 1 Potentiels d'acidification, d'eutrophisation et de réchauffement global de différents systèmes bovins laitiers (d'après de Boer 2003 et Van Der Werf, 2009)

		Potentiel d'acidification (kg équivalent SO ₂)		Potentiel d'eutrophisation (kg équivalent NO ₃) [*]		Potentiel de réchauffement global (kg équivalent CO ₂)
		Par tonne de lait	Par hectare	/t. de lait	/ha	/t. de lait
Suède	Conventionnel	18	131	58	433	900
	Biologique	16	52	66	218	942
Pays-Bas	Conventionnel	10	116	69	820	888
	Agri-environnemental	6	82	20	271	689
	Biologique	10	115	34	396	922
Allemagne	Conventionnel intensif	19	136	7,5*	54*	1300
	Conventionnel extensif	17	119	4,5*	31*	1000
	Biologique	22	107	2,8*	14*	1300
France	Conventionnel	7,6	48,1	7,1*	39,8*	1037
	Biologique	6,8	31,0	5,0*	20,7*	1082

* Pour l'Allemagne et la France, le potentiel d'eutrophisation est exprimé en équivalent PO₄ par tonne de lait ou par ha. Ces données ne sont pas comparables avec celles des autres pays, ni entre elles le potentiel d'eutrophisation pour les données françaises incluant la contribution des pertes d'azote nitrique, les données allemandes ne l'incluant pas.

Ces résultats (tableau 1) montrent que l'élevage laitier biologique a globalement un potentiel d'**acidification** plus faible par hectare et équivalent ou supérieur par tonne de lait produit. En élevage laitier, l'acidification est principalement liée à la volatilisation de NH₃. Celui-ci provient des lisiers et des fumiers et son émission n'est pas significativement modifiée par le fait que l'on soit en AB.

Le potentiel d'**eutrophisation** par hectare est souvent plus faible pour les exploitations biologiques que pour les conventionnelles, mais cela n'est plus vrai par tonne de lait en Suède et aux Pays-Bas. Ceci s'explique par une utilisation plus faible d'engrais et donc des pertes en nitrates (NO₃) et en phosphates (PO₄) moindres, mais aussi par un écart de productivité important des troupeaux conventionnels et biologiques au Nord de l'Europe.

Le potentiel de **réchauffement global** de la production laitière est dû, pour environ 50 %, à l'émission de méthane entérique (CH₄), qui est très liée à la rumination. Les émissions de CH₄ décroissent quand la digestibilité des aliments et le niveau de production des animaux augmentent. Les émissions de CH₄ en AB sont donc logiquement plus élevées qu'en conventionnel. Il faut également souligner ici l'impact de l'absence d'épandage d'engrais azoté minéral et des émissions de N₂O fortement réduites, bien que le débat reste en suspens concernant les émissions associées à la fixation d'azote par les légumineuses. Ceci explique que l'AB ait un potentiel de réchauffement global équivalent ou moins bon par kg de lait que l'agriculture conventionnelle (AC).

2.1.2. Synthèse des impacts de l'élevage biologique sur l'environnement

Emissions de gaz à effet de serre : si on compare les exploitations en AB aux exploitations conventionnelles sur la

base des quantités de produits animaux, les résultats de l'AB sont équivalents ou parfois moins bons alors que la comparaison sur la base de la surface est toujours globalement favorable à l'AB. Différents éléments sont à prendre en compte (Bellon et al., 2009) :

- Le méthane est une composante majeure dans les émissions de gaz à effet de serre (GES). Certaines pratiques en AB contribuent à réduire ces émissions, comme le taux de réforme inférieur des vaches laitières. D'autres pratiques contribuent à les augmenter : les niveaux de productivité souvent plus faible des troupeaux et l'utilisation d'aliments plus grossiers. Ceci concerne à la fois la production laitière et de viande, avec des durées d'engraissement plus longues et une distribution de fourrages plus importante pour cette dernière (Tournadre et al., 2006) ;
- La consommation d'intrants plus faibles en AB, en particulier en matière de fertilisants, réduit les émissions de gaz carbonique et de protoxyde d'azote ;
- En AB, la présence d'importantes surfaces de prairies pour le pâturage et la production de stocks fourragers peuvent être considérées comme un avantage environnemental (Müller-Lindelauf et al, 2008). Les prairies stockent davantage de carbone que les cultures céréalières et ont un effet positif sur le bilan global des GES de l'exploitation (Soussana, 2007a et 2007b ; Mousset et al., 2008). Le stockage de carbone dans leurs sols semble dépasser l'émission de CH₄ et de N₂O par les animaux.

Il convient de ne pas négliger l'importance et les difficultés des choix méthodologiques dans les évaluations. Les systèmes complexes sur lesquels s'appuie

l'AB (importance des prairies, recours important aux légumineuses, ...), sont particulièrement difficiles à évaluer et des progrès restent à accomplir dans la prise en compte de certains paramètres. Par exemple l'intégration polyculture/élevage, caractéristique de certaines exploitations biologiques est un facteur de diminution du potentiel de réchauffement global qui n'est pas souvent pris en compte, productions animales et végétales étant souvent traitées séparément (Fließbach et al., 2007 ; Müller-Lindenlauf et al., 2009). De même, la majorité des méthodes d'évaluation du potentiel de réchauffement global ne prend pas en compte certains phénomènes de compensation tels que le stockage du carbone dans les sols, qui est souvent plus important dans les sols des systèmes biologiques (Azeez, 2008).

Enfin, Van der Werf et al (2009) insistent sur la diversité des performances environnementales inter-exploitations qu'elles soient biologiques ou conventionnelles. Cette diversité montre tout l'intérêt qu'il y aurait à développer les études comparatives pour comprendre les facteurs à l'origine de ces différences et ainsi identifier des marges de progrès.

Consommation d'énergie : les élevages AB présentent un avantage du fait d'une moindre utilisation d'énergie indirecte liée aux fertilisants et aux aliments achetés. Pour la production laitière, la consommation est en moyenne de 137 équivalents litres de fioul (EQF) pour 1000 litres de lait produits en conventionnel contre 115 EQF en AB (Bochu et al., 2008). Une enquête portant sur 235 exploitations laitières (dont 27 biologiques) fait ressortir qu'au-delà de la plus faible valeur moyenne de la consommation d'énergie des exploitations AB (en dépit de plus fortes dépenses de carburants), la variabilité inter-exploitations est du même ordre de grandeur qu'en AC (Beguin et al., 2008). En production ovine, Bochu et al. mentionnent un léger avantage pour l'AB de moins 5% d'EQF par kg de poids vif. Lorsque l'on raisonne par hectare les différences entre agriculture biologique et conventionnelle sont encore plus fortes et peuvent atteindre 45 à 50% (Refsgaard et al., 1998 ; Boisdon et Benoît, 2006).

Biodiversité, fertilité des sols et qualité de l'eau : Sans rentrer ici dans les détails, le non usage de pesticides de synthèse, un chargement limité, une autonomie fourragère et alimentaire souvent élevée, ainsi qu'un recours important aux prairies sont les principales caractéristiques de l'AB favorables à la qualité de l'eau (Benoît et al., 2005), à la biodiversité et au maintien de la fertilité des sols; (Fließbach et al., 2007).

2.2 DIVERSITE ET VALORISATION DES RESSOURCES LOCALES PAR L'ELEVAGE BIOLOGIQUE

2.2.1. Des chargements diversifiés mais en moyenne plus faibles en AB

Le chargement animal, exprimé en Unité Gros Bétail par hectare (UGB/ha) est un indicateur majeur de fonctionnement des exploitations d'élevage. La base de données du logiciel DIALECTE (SOLAGRO, <http://dialecte.solagro.org/index.php>) permet de comparer 209 exploitations biologiques d'élevage et de polyculture-élevage à 201 exploitations conventionnelles de mêmes productions du point de vue de leurs performances agro-environnementales. On trouve :

- 50% des exploitations biologiques avec un chargement inférieur à 1 UGB/ha contre 33% pour les exploitations conventionnelles ;
- 40% des exploitations biologiques avec un chargement compris entre 1 et 2 UGB/ha contre 49% pour les conventionnelles ;
- 10% des exploitations biologiques avec un chargement supérieur à 2 UGB/ha contre 17% pour les exploitations conventionnelles.

2.2.2. Diversité des stratégies d'alimentation des éleveurs

Même si le mode de production biologique est encadré par un règlement imposant des normes de pratiques et d'approvisionnement, plusieurs études montrent la grande diversité des systèmes de production et des pratiques d'alimentation. Par exemple, on peut distinguer quatre types de stratégies chez les agriculteurs (19 exploitations suivies, Réseau d'Elevage Bovin Viande dans les Pays de la Loire, 2007) en matière d'autonomie fourragère et alimentaire : des élevages complètement autonomes (cultures de céréales et de protéagineux pour l'apport en protéines), des élevages autonomes sans production de protéines avec peu de cultures, des élevages partiellement autonomes malgré des cultures et enfin des élevages herbagers dépendant de l'extérieur pour une quantité limitée de concentrés : 22% de ces élevages biologiques ont moins de 75% d'autonomie fourragère, 55% en ont plus de 90%. Ces chiffres correspondent à la moyenne nationale des Réseaux d'Elevage en élevage biologique. Pour l'autonomie en concentrés deux stratégies s'opposent : l'achat intégral dans les systèmes tout herbe et l'autonomie totale lorsqu'il y a des cultures.

Il existe une grande variété de modalités d'autonomie des élevages biologiques au sein d'une même région et entre les différentes régions françaises. L'autonomie alimentaire, même si elle est la clé de voûte de l'élevage biologique, est donc rarement totale, surtout lorsque le système est spécialisé en élevage. Elle est également plus difficile à atteindre dans certaines situations : Benoît et Laignel (2009) ont par exemple montré que l'autonomie alimentaire des élevages ovins était plus faible en montagne qu'en plaine. Cependant, le coût des intrants alimentaires en AB est élevé. Ceci, ajouté aux principes et à la réglementation biologique, incite les éleveurs à limiter ces achats et à rechercher au maximum une alimentation provenant de l'exploitation. La base de données du logiciel DIALECTE permet de traduire ces stratégies en chiffres :

- 80% des 209 exploitations d'élevage ou de polyculture-élevage biologiques présentent une autonomie fourragère supérieure à 80%, contre 69% des 201 exploitations conventionnelles ;
- 37% des exploitations d'élevage biologiques ont une autonomie en aliments concentrés supérieure à 80% contre 15% en conventionnel.

2.3 UN PROJET ASSOCIANT VALORISATION DES PRODUITS DE L'ELEVAGE BIOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENT

J. Blanc (2009) a étudié les difficultés et les contraintes liées à un élevage biologique d'agneaux sur le Causse Méjan, au sein du Parc National des Cévennes. Les pratiques de cet élevage biologique (alimentation principalement à l'herbe au pâturage sur prairie, limitation des traitements prophylactiques et de la complémentation en céréales et concentrés, ...) ont séduit le Parc National. Le bilan écologique est considéré comme globalement meilleur que celui de l'élevage de bergerie : même si la contribution de l'élevage biologique au maintien de l'ouverture du paysage reste discutée du fait de sa capacité limitée à contenir la progression des ligneux, il est vu comme plus profitable à la préservation de la biodiversité des landes, menacées par des mises en culture de plus en plus fréquentes.

Sur le plan économique, les pratiques d'élevage biologiques, posent des contraintes d'accès au marché. A l'inverse de leurs voisins travaillant en bergerie, les éleveurs biologiques n'ont ni la possibilité de produire en toutes saisons, ni celle de proposer un produit de qualité standard. La viande qu'ils proposent ne leur permet pas d'accéder au marché de la restauration de luxe. Elle s'inscrit dans le marché des « viandes à griller » moins valorisées.

De plus, les agriculteurs biologiques, même organisés en collectif, se trouvent, par leur petite taille, confrontés à une difficulté de mise en marché avec peu de soutien logistique et financier de la part des organismes du développement agricole.

L'enjeu est important pour le Parc : il s'agit de démontrer que cette pratique d'élevage, plus respectueuse de l'environnement, peut devenir viable sur le plan économique. Ceci pourrait passer par la recherche de nouvelles formes de valorisation de la viande en s'appuyant sur son mode de production spécifique. Pour autant, l'implication du Parc reste limitée car il ne peut guère promouvoir le modèle d'élevage biologique sans prendre le risque de dévaloriser les options choisies par la majorité des éleveurs et de renforcer les tensions qui l'opposent fréquemment aux agriculteurs locaux. L'élevage d'agneaux biologiques sur le causse Méjan, malgré ses atouts en termes de préservation du territoire et de la biodiversité, peine donc à se développer : « *Le Parc national des Cévennes s'y attache timidement, pris dans un jeu social complexe où il ne peut ni afficher pleinement son soutien à des éleveurs « marginaux », ni dépasser ses prérogatives de protecteur de la nature* » (Blanc, 2009). Aujourd'hui, le Parc des Cévennes a fait le choix de laisser plus d'autonomie aux éleveurs de l'association des « agneaux de parcours » et n'assure plus l'animation du projet. Les quantités produites restent faibles, ce qui rend difficile la démarche collective de recherche de marchés et de différenciation du produit. Éleveurs et Parc sont dans une phase d'interrogation : quel serait l'intérêt de relancer un projet collectif, par exemple autour d'une marque « Parc national », possibilité toute nouvelle ? Certains éleveurs se tournent vers des stratégies individuelles de vente directe de leurs agneaux à la ferme.

Cet exemple illustre la complexité d'aborder l'environnement comme un facteur de développement de l'AB. Accompagner des expériences de ce type suppose de s'orienter dans un contexte complexe. Il ne peut pas s'agir, pour les acteurs de l'environnement, de se contenter de soutenir une forme d'agriculture ayant des pratiques favorables à l'environnement. Bien d'autres éléments sont à considérer : les marchés et les filières, les attentes des consommateurs en matière de qualité des produits, qui peuvent parfois être contradictoires avec leurs demandes en termes d'environnement, les relations entre agriculteurs conventionnels et biologiques, les institutions du développement agricole et du développement territorial, etc.

DISCUSSION, CONCLUSION

Les exploitations d'élevage et de polyculture-élevage biologiques présentent en moyenne des chargements animaux plus faibles, ont une autonomie alimentaire et un recours aux prairies plus importants que les exploitations conventionnelles. Ceci explique, avec certains éléments de la réglementation biologique comme l'interdiction de l'usage de produits de synthèse, des performances environnementales globalement meilleures (De Boer, 2003 ; Rosati et Aumaitre, 2004 ; Van der Werf et al., 2009 ; Bellon et al., 2009). Sur la question des émissions de gaz à effet de serre et de la contribution au réchauffement global, si les performances de l'AB sont meilleures par hectare, elles sont équivalentes ou moins bonnes quand on les exprime par unité de produit. Ce résultat reste à préciser, en s'appuyant sur des méthodes d'évaluation prenant en compte toute la complexité des systèmes biologiques, en particulier leur plus grande aptitude au stockage de carbone dans le sol.

Un autre point clef à souligner est la diversité des pratiques tant en AB qu'en AC. Ainsi, les tendances moyennes peuvent masquer de fortes disparités individuelles. Les références disponibles pour analyser cette diversité restent très fragmentaires. Mieux connaître cette diversité et ses impacts environnementaux permettrait d'identifier des marges de progrès adaptées à différents contextes.

Finalement, l'élevage biologique apparaît comme une perspective intéressante en matière de préservation de l'environnement à divers titres. Tout d'abord la réglementation biologique apporte des garanties. Ensuite, la certification « AB » est reconnue par les consommateurs et il est possible d'envisager des actions d'information liant alimentation et environnement. Enfin, les agriculteurs biologiques sont souvent sensibilisés et motivés par les questions d'environnement. Pour autant, les projets qui envisagent l'élevage biologique comme une solution pour contribuer à la préservation de l'environnement sont encore peu nombreux, souvent émergents. Construire de tels projets est complexe car cela suppose d'aborder de façon globale de nombreux éléments :

- **les pratiques et les modes de production agricoles**, en sachant que des pratiques non incluses dans la réglementation biologique sont souvent nécessaires pour prendre en compte certains enjeux environnementaux ;
- **les politiques et les actions de développement en faveur de l'AB** tant en matière de conversion d'exploitations agricoles que d'organisation de la transformation et de la mise en marché des produits ;
- **le dialogue territorial**, afin de créer des dynamiques associant organisations en charge du développement local et de l'environnement, agriculteurs biologiques et conventionnels.

Aubert C., Bellon S., Benoit M., Capitaine M., Seguin B., Warlop F., Valleix S., 2009. *Innov. Agron.* 4, 269-279.

Beguïn E., Bonnet J., Dollé J.B., Charroin T., Ferrand M., 2008. *Renc Rech Ruminants*, 15, 217-220.

Azeez G. S. E., 2008. *Colloque international Agriculture Biologique et changement climatique*, ENITA Clermont-Ferrand, 17-18 avril 2008, 7p

Bellon S., Prache S., Benoit M., Cabaret J., 2009. *Inra Prod. Anim.*, 22, 271-284.

Benoît M., Larramendy S., Foissy D., Rouyer G., Caudy L., Bazard C., Bernard P.Y., 2005. In : Sylvander B, Ed. Actes du séminaire sur les recherches en agriculture biologique Draveil nov 2003, INRA-ACTA, 2005.

Benoît M. et Laignel G., 2009. *Inra Prod. Anim.*, 22, 197-206.

Blanc J., 2009. *Innov. Agron.*, 4, 409-415.

Bochu J.L., Risoud B., Mousset J., 2008. *Colloque international Agriculture Biologique et changement climatique*, ENITA Clermont-Ferrand, 17-18 avril 2008, 8p.

Boisdon L et Benoit M., 2006. *Organic Farming and European Rural Development*, 30/31 May, Odense, Denmark, 442-443.

De Boer, I.J.M., 2003. *Livest. Prod. Sci.* 80, 69-77.

Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L., Mäder, P., 2007. *Agric. Ecosyst. Env.*, 118: 273-284.

Mousset J., Bispo A., Bastide G., Garnier C., Theobald O., 2008. *Colloque international Agriculture Biologique et changement climatique*, ENITA Clermont-Ferrand, 17-18 avril 2008, 8p.

Müller-Lindenlauf M., Deittert C. Köpke U., 2008. 16th IFOAM organic world congress, cultivating the future based on science, Modena, 2008. 2: 216-219.

Refsgaard K., Halberg N., Kristensen E., 1998. *Agric. Syst.*, 57, 599-630.

Réseaux d'élevage, 2007. Institut de l'élevage, Chambres d'agriculture Pays de Loire Deux Sèvres, 24p..

Rosati A. et Aumaitre A., 2004. *Liv. Prod. Sc.*, 90, 41-51.

Soussana J.-F., 2007a. *Agric. Ecosyst. Env.*, 121,1-2, 121-134.

Soussana J.-F., 2007b. *Agric. Ecosyst. Env.*, 121,1-2, 1-4.

Tournadre H., Dulphy J.P., Jailler R., 2006. *Renc. Rech. Rum.*, 13, 140.

Van der Werf H. M. G., Kanyarushoki C., Corson S., 2009. *J. Env. Man.* 90, 3643 – 3652.