



HAL
open science

Agriculture biologique et changement climatique : principales conclusions du colloque de Clermont-Ferrand (2008)

C. Aubert, Stephane Bellon, Marc Benoit, Mireille Capitaine, Bernard Seguin,
F. Warlop, Sophie Valleix

► To cite this version:

C. Aubert, Stephane Bellon, Marc Benoit, Mireille Capitaine, Bernard Seguin, et al.. Agriculture biologique et changement climatique : principales conclusions du colloque de Clermont-Ferrand (2008). Innovations Agronomiques, 2009, 4, pp.269-279. hal-02665742

HAL Id: hal-02665742

<https://hal.inrae.fr/hal-02665742>

Submitted on 31 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Agriculture biologique et changement climatique : principales conclusions du colloque de Clermont-Ferrand (2008)

Aubert C.¹, Bellon S.², Benoit M.³, Capitaine M.⁴, Seguin B.⁵, Warlop F.⁶, Valleix S.⁷

¹ : Consultant, 9 villa Wagram St Honoré, 75008 Paris

² : Unité Ecodéveloppement, INRA, Site Agroparc - Domaine St Paul, 84914 Avignon Cedex 9

³ : Unité Economie de l'Elevage, INRA, Theix, 63122 St Genès-Champanelle

⁴ : Enita Clermont, Clermont Universités, UR AFOS 2008.03.100, BP 35, F-63370 Lempdes

⁵ : Antenne du collège de direction, INRA, Site Agroparc - Domaine St Paul, 84914 Avignon Cedex 9

⁶ : GRAB, Maison de la Bio, Agroparc BP 1220, 84911 Avignon Cedex 9.

⁷ : ABioDoc, Enita Clermont, BP 35, F-63370 Lempdes

Des acteurs de l'agriculture biologique se sont saisis de la question du changement climatique lors d'un colloque organisé en 2008, ouvert à un large public. Nous rendons compte des principales contributions et acquis de ce colloque, en référence aux communications présentées et aux discussions organisées.

Résumé

Ce colloque a confirmé que l'agriculture biologique émet moins de gaz à effet de serre (GES) par unité de surface que l'agriculture conventionnelle, et que nos habitudes alimentaires ont un fort impact sur les facteurs intervenant sur le changement climatique. Il a par ailleurs apporté un éclairage nouveau et des informations originales dans de nombreux domaines. En matière de mitigation des émissions de GES par l'agriculture biologique, les deux atouts principaux de cette dernière, tels qu'ils sont ressortis de ce colloque, sont la séquestration de carbone dans le sol et la non utilisation d'azote de synthèse. Des pistes d'amélioration des pratiques et des orientations de recherche sont identifiées.

Mots-clés : changement climatique, gaz à effet de serre, méthane, séquestration de carbone, agriculture biologique, protoxyde d'azote

Abstract: Organic farming and climate change: major conclusions of the Clermont-Ferrand seminar (2008)

This seminar confirmed that less greenhouse gas (GHG) is emitted per unit area under organic agriculture than under conventional agriculture, and that our eating patterns have a strong impact on factors involved in climate change. Moreover, it shed new light on and contributed original information to a variety of fields. The two major advantages of organic farming in terms of the mitigation of GHG emissions are its ability to store carbon in the ground and the non-use of synthetic nitrogen fertilisers. Means for improving practices and research priorities were identified.

Keywords: climate change; greenhouse gas; methane; carbon storage; organic farming; nitrogen protoxyde.

Introduction

Notre assiette, c'est un tiers des émissions de gaz à effet de serre (GES), soit trois fois celles des voitures particulières. Cet impact de l'agriculture et de l'alimentation sur les facteurs qui jouent sur le changement climatique était le sujet du colloque « Agriculture biologique et changement climatique ». Ce colloque international, co-organisé par l'Enita Clermont, ABioDoc et l'AsAFI a eu lieu les 17 et 18 avril 2008 à l'Enita de Clermont-Ferrand¹. Il a rassemblé de nombreux spécialistes du sujet, venus de plus de 20 pays, avec 224 professionnels et scientifiques.

Dans ce texte, nous rendons compte des principaux éléments du colloque, en présentant en premier lieu les contributions de l'agriculture biologique (AB) au changement climatique. Dans une deuxième partie, nous abordons les capacités d'adaptation de l'AB au changement climatique. Dans une troisième partie, nous récapitulons les enseignements généraux issus des communications et discussions. Nous y introduisons les principaux leviers susceptibles de permettre une amélioration du bilan des GES. Enfin, nous identifions quelques pistes de recherche, s'agissant de questions technologiques et méthodologiques.

I - Réduction des émissions de gaz à effet de serre

1.1. Consommation d'énergie et émissions de CO₂

Les publications présentées au colloque témoignent d'une diversité de méthodes pour comparer la consommation énergétique des systèmes de production. Ces méthodes font généralement référence à un témoin conventionnel et utilisent divers indicateurs : efficacité énergétique ; quantité d'énergie utilisée, rapportée à l'hectare ou à l'unité produite. En corollaire, on constate des divergences entre les résultats, particulièrement en relation avec les rendements obtenus pour différentes productions.

En agriculture biologique, la consommation d'énergie est largement inférieure par unité de surface - comparativement au conventionnel - mais peu différente par quantité produite. Les interventions au colloque ont apporté plusieurs précisions sur cette thématique :

- aux Etats-Unis, où les rendements en bio sont peu inférieurs, voire égaux, à ceux en conventionnel, l'efficacité énergétique (output/input énergétique) reste nettement plus élevée en AB qu'en conventionnel, notamment pour le maïs (Hepperly, Etats-Unis). Le même constat a été fait au Costa Rica (Castro, Costa Rica) ;
- en Grande-Bretagne, une étude réalisée par le Ministère de l'agriculture a conclu que, pour la plupart des productions étudiées, la quantité d'énergie utilisée pour produire 1kg d'aliment est plus faible en AB qu'en conventionnel : elle représente par exemple pour les légumes, selon les espèces, 28 à 75% de l'énergie utilisée en conventionnel, pour le bœuf 55%, pour le blé 84%. A l'inverse, la production en AB de pomme de terre consomme 14% d'énergie en plus par kg qu'en conventionnel, 10% en plus pour les œufs, 11% en plus pour le poulet. (Azeez (b), Grande-Bretagne) ;
- en France, selon les résultats de 950 exploitations agricoles, dont 274 en AB, la consommation d'énergie à l'hectare est nettement plus faible en AB qu'en conventionnel, quelle que soit la production, avec toutefois une grande hétérogénéité des résultats. Par exemple, en grande culture, la consommation par hectare est de 66% plus élevée en conventionnel dont 46% pour la fertilisation contre seulement 6% en bio. Par tonne de matière produite, dans cette étude l'avantage reste à l'AB en grande culture comme en élevage, mais il est difficile de généraliser, notamment en grande culture, compte tenu de la faiblesse de l'échantillon (Bochu, France).

¹ Les présentations orales des intervenants sont disponibles sur le site d'Abiodoc : www.abiodoc.com

On peut conclure de ces différentes interventions que les consommations d'énergie sont globalement plus faibles en AB qu'en agriculture conventionnelle et que la raison principale est la non utilisation d'engrais azoté de synthèse. En ce qui concerne les consommations et émissions par kg produit, les résultats sont extrêmement hétérogènes, selon les productions et le niveau de performance.

1.2. Emissions de CH₄

En matière d'émissions de méthane, la problématique des fermentations entériques a été peu abordée, ayant peu de spécificités en AB. Le thème de la longévité des vaches laitières a toutefois été évoqué comme un moyen de réduire notablement la quantité de méthane émise par litre de lait (Hörtenhuber, Autriche) ; une plus longue carrière des animaux en AB réduit les besoins en renouvellement et améliore le bilan à l'échelle du troupeau. Pour ce qui concerne la fermentation des effluents, le fait que le compostage réduise fortement les émissions de ce gaz a été confirmé, le bilan des émissions de méthane (beaucoup plus faibles dans le compost) et de celle de protoxyde d'azote (légèrement plus élevées dans le compost) restant nettement en faveur de cette technique par rapport au stockage en tas ou au lisier. Par exemple, une expérience réalisée au Canada en élevage de bovins laitiers a relevé des émissions de GES nettement plus faibles avec du compost qu'avec du fumier ou un effluent liquide (Pattey, Canada) (Tableau 1).

En élevage, des conflits d'objectifs apparaissent entre efficacité énergétique, réduction des émissions de GES, pertes nitriques et incidence du respect des besoins comportementaux des animaux (par exemple, élevage sur parcours vs. captation de méthane dans des bâtiments d'élevage).

Tableau 1 : Comparaison des émissions de gaz à effet de serre selon le type de fumier et le mode d'entreposage (source : Pattey)

Conditions d'entreposage	CH ₄ (g éq-CO ₂ kg ⁻¹ FS)	N ₂ O (g éq-CO ₂ kg ⁻¹ FS)	CH ₄ + N ₂ O (g éq-CO ₂ kg ⁻¹ FS)
Fumier de bovins laitiers			
Compost	38	173	211
En tas	198	120	318
Liquide	399	30	429
Liquide (estimé sur 5 mois)	619	30	650
Fumier de bovins viande			
Compost	4	48	52
En tas	71	10	81
Liquide	244	5	249
Liquide (estimé sur 5 mois)	379	5	384

Emissions pendant 14 semaines d'entreposage pour les bovins laitiers et 11 semaines pour les bovins de boucherie

1.3. Emissions de N₂O

Plusieurs données intéressantes sont ressorties du colloque :

- L'apport d'azote minéral sous forme d'ammonitrate contribuerait jusqu'à 3 fois plus à l'émission de N₂O que l'apport de lisier, en particulier lorsque le sol est compacté (Hansen, Norvège) ;
- L'azote fixé par les légumineuses contribue considérablement moins aux émissions de N₂O que celui apporté sous forme de fertilisant (Rochette, Canada), ce qui amène à revoir certaines évaluations basées sur l'ancienne méthodologie du GIEC, qui, jusqu'en 2006, appliquait le même facteur d'émission (1,25%) à l'azote fixé biologiquement qu'à celui apporté sous forme de fertilisant. Le dernier rapport du GIEC propose dorénavant un facteur d'émission de 0 pour l'azote fixé par les légumineuses.

Tableau 2 : Emissions de N₂O par les cultures de légumineuses (source : Rochette)

Type de culture	Nombre d'études (lieu-années)	Emissions de N ₂ O (kg N/ha/an)	
		moyenne	Écart-type
Pérenne (pure)	16	1.8	1.3
Pérenne (avec une graminée)	5	0.4	0.3
Annuelle sans N	31	1.0	0.9
Annuelle avec N (162 kg N/ha/an)	16	1.5	1.3
Référence IPCC		1.0	

- Dans une rotation prairie temporaire/cultures annuelles, les émissions de N₂O sont plus faibles pendant les années en prairie (Rees, Ecosse) ;
- Une étude (Olesen, Danemark) a mis en évidence l'impact de plusieurs facteurs – rotation, fertilisation, engrais verts - sur les émissions de N₂O, en AB et en conventionnel. Il en ressort d'une part que ces émissions par unité de surface sont inférieures en AB, et d'autre part, qu'elles sont diminuées par la pratique d'engrais verts, et augmentées par les apports de fumier. La comparaison par unité produite est variable selon la méthodologie utilisée. Si l'on applique celle utilisée par le GIEC jusqu'en 2006, les émissions par kg sont plus élevées en AB. Si l'on néglige les émissions dues à la fixation biologique, ce qui semble plus près de la réalité, les émissions en AB restent supérieures dans la variante sans légumineuse annuelle dans la rotation, mais peu différentes du conventionnel dans la variante avec légumineuses annuelles.

D'un point de vue méthodologique, une recommandation importante est de mieux prendre en compte la structure et l'humidité du sol dans l'estimation des émissions de N₂O.

1.4. Pouvoir de réchauffement global (émissions CH₄ + N₂O + CO₂)

Quelques études se sont attachées à comparer le pouvoir de réchauffement global (PRG) résultant de l'ensemble des GES (CH₄ + N₂O + CO₂) de systèmes d'exploitation biologiques et conventionnels.

- L'une d'elles concerne deux essais comparatifs de longue durée en Suisse (étude DOC du FiBL et étude de Burgrain (Figure 1)). Dans les deux cas, les émissions sont inférieures en AB, aussi bien par hectare que par kg de matière sèche produit (Nemecek, Suisse)

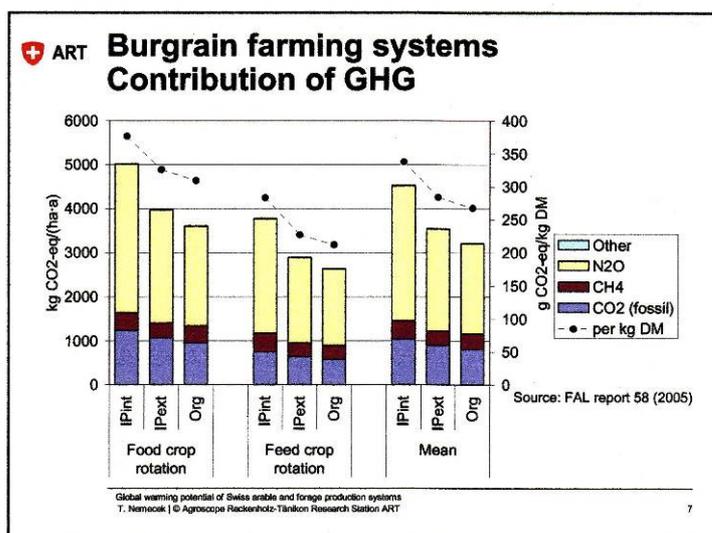


Figure 1 : Emissions de GES par ha et par kg MS dans l'essai comparatif de longue durée de Burgrain (Suisse). (Source : Nemecek) IP = production intégrée (intensive et extensive) Org = Agriculture biologique

- Une autre étude a comparé trois variantes d'élevage de porcs biologiques avec un élevage conventionnel. Si l'on ne tient pas compte de la séquestration de carbone dans le sol, le PRG est supérieur de 5 à 23% (selon la variante) en élevage biologique. En revanche, si on tient compte de la séquestration de carbone, estimée de 300 à 500 kg/ha/an en AB et à 0 en conventionnel, la tendance s'inverse (Halberg, Danemark).

1.5. Séquestration de carbone dans le sol

En règle générale, l'AB permet de séquestrer davantage de carbone dans le sol, ce que les communications à ce colloque ont confirmé, en précisant les facteurs concernés :

- Plusieurs pratiques de l'AB sont favorables à la séquestration du carbone dans le sol : présence de bétail (Brock, Allemagne), importance des prairies dans les modes d'occupation du sol (Boincean, Moldavie).
- Une étude a confirmé l'importance de la présence de légumineuses pérennes dans les rotations pour la séquestration de carbone : dans deux rotations avec apport de fumier, celle avec légumineuses pérennes a légèrement augmenté en 8 ans (1999-2007) la teneur du sol en matière organique, alors que celle sans légumineuses pérennes l'a diminuée. Par ailleurs, la variante avec fumier + NPK s'est avérée plus efficace pour séquestrer du carbone que celle avec fumier seul (Boincean, Moldavie)
- En l'absence de bétail, on peut cependant, dans certains cas en AB, assister à une déséquestration de carbone (Brock, Allemagne).

Dans les études présentées, les quantités séquestrées varient, dans la majorité des cas, de moins de 100 kg C/ha/an (Fließbach, Suisse (Tableau 3) ; Azeez (a), Grande-Bretagne) à plus de 2 t/ha/an (Palit, Inde),

Tableau 3 : Séquestration de carbone en agriculture biologique (Source : Fließbach)

Expérimentation	Traitement	Résultats
DOK. Essai 1978-1998 (Fließbach <i>et al.</i> , 2007)	Compost (bio-dyn.) Fumier (PI) Vs. fertilisation minérale	287 kg C/ha/an 119 – 142 kg C/ha/an
Exploitations biologiques bavaroises (Hülsbergen et Küstermann, 2007)	Exploitation « Scheyern » 18 exploit. biologiques 10 exploit. conventionnelles	368 kg C/ha/an moy.= 110 kg C/ha/an moy.= -55 kg C/ha/an
Expérimentation de Rodale (Pimentel <i>et al.</i> , 2005)	Fumier A base de légumineuses	688 kg C/ha/an 281 kg C/ha/an
Expérimentation USA (Marriott et Wander, 2006)	9 essais de systèmes de culture	+ 14% en systèmes biologiques

- Il est par ailleurs avéré que certaines comparaisons sont rendues difficiles par le fait que la profondeur à laquelle ont été pris les échantillons de sol n'est pas toujours précisée. Or, dans certains sols, le carbone présent dans la couche arable représente moins de la moitié, et parfois moins du quart du carbone présent dans le sol (Castro, Costa-Rica) ;
- Dans les comparaisons avec l'agriculture conventionnelle, les résultats diffèrent selon que l'on considère la quantité nette séquestrée en AB ou le différentiel avec le système conventionnel. Par exemple, dans l'essai DOC du FiBL, la quantité fixée dans la variante compost est en

moyenne de 87 kg C/ha/an, mais le différentiel avec le témoin conventionnel est de 287 kg C/ha/an, ce dernier déstockant du carbone (Fließbach, Suisse) ;

- Pour comparer valablement le potentiel de l'AB en matière de séquestration du carbone, il faudrait, à l'échelle d'un territoire, comparer l'évolution du stock de carbone dans l'ensemble des sols cultivés en AB et dans ceux cultivés conventionnellement, en intégrant notamment l'impact du changement d'utilisation des sols (en particulier retournement, ou à l'inverse création de prairies) et en tenant compte d'éventuelles plantations de haies, de l'enherbement des vergers, etc.

On peut en conclure qu'en matière de séquestration de carbone dans le sol, les résultats sont presque toujours en faveur de l'AB, mais ils sont extrêmement hétérogènes. Par ailleurs, les comparaisons avec l'agriculture conventionnelle peuvent varier considérablement selon la manière dont cette dernière est pratiquée. Par exemple, un système conventionnel avec des rotations variées et des apports de fumier pourra séquestrer autant de carbone qu'un système bio.

1.6. Impact des habitudes alimentaires

Plusieurs éléments sont ressortis des interventions sur ce thème :

- La part des aliments d'origine animale, et en particulier de la viande, a un impact important sur la contribution de notre alimentation à l'effet de serre. Par exemple, la production d'une tonne de lait aboutit à l'émission d'environ 1 tonne d'eq CO₂ alors que celle d'une tonne de « lait végétal », à base de soja, en émet 10 fois moins (Riedecker, France). La diminution de la consommation de viande contribuerait fortement à la réduction des gaz à effet de serre de notre alimentation (Freyer, Autriche).
- L'industrie agroalimentaire émet également beaucoup de GES : la production d'un kg de frites surgelées émet 5,7 kg d'eq CO₂ (Redlingshofer, France). L'augmentation de la restauration hors domicile et de la consommation de plats préparés peut donc contribuer à celle des émissions de GES. Ces émissions liées à la transformation industrielle peuvent, dans certains cas, être compensées par des émissions moindres liées au transport et aux préparations domestiques (Redlingshofer, France).
- Enfin, les transports ont également un fort impact, mais l'origine locale n'est pas toujours la solution la moins consommatrice, comme cela a été montré à propos de l'agneau (Redlingshofer, France).

II - Adaptation au changement climatique

La question de l'adaptation de l'AB au changement climatique est moins documentée que la précédente, ce dont atteste un faible nombre de contributions lors du colloque. Afin d'alimenter cette question, nous mobilisons quelques références complémentaires et valorisons un témoignage de producteurs. Enfin, nous discutons la pertinence du découplage entre mitigation du et adaptation au changement climatique.

Les effets du changement climatique sur les productions agricoles ont été présentés, ainsi que les adaptations locales des systèmes de culture et les déplacements géographiques des systèmes de production (Seguin ; Legave, France). Un suivi comparatif pluriannuel entre systèmes laitiers bio et conventionnels montre que les moyens classiques d'adaptation de l'agriculture (recours à des stocks de sécurité, intensification fourragère, réduction du chargement) ne sont pas utilisables ou opérants en AB (Capitaine, France). Il s'agit donc de trouver d'autres leviers d'adaptation, le choix de races animales

mixtes et de matériel végétal rustique pouvant y contribuer. La diversité des pratiques agricoles constatée ouvre sur une large gamme d'options adaptatives en AB.

Dans la littérature, des modifications de pratiques au niveau d'unités de production ont été proposées par Howden *et al.* (2007)². Leurs propositions sont assez proches de celles relatives à la gestion de risques en agriculture : modifications dans l'usage des intrants (choix d'espèces et variétés adaptées aux contextes climatiques et résistantes aux maladies et ravageurs, gestion des apports d'eau et fertilisants), économie d'eau (réduire l'engorgement et l'érosion des sols, ...), choix de localisation et de positionnement temporel des activités agricoles ; ces différents moyens pouvant être combinés. D'autres leviers d'action concernent l'environnement décisionnel des producteurs : systèmes d'information et de conseil (utilisation des prévisions météorologiques, réseaux d'avertissement relatifs aux maladies et ravageurs des cultures...), cadres conceptuels d'adaptation-planification proches de ceux utilisés dans la gestion des risques climatiques. *A priori*, ces adaptations ne sont pas spécifiques de l'AB, mais la conversion à l'AB modifie généralement l'usage des terres et les systèmes techniques. D'autres auteurs (Darnhofer *et al.*, 2008)³ ont proposé des cadres différents, en adoptant une perspective évolutionniste guidée par les propriétés attendues de systèmes agricoles adaptatifs (résilience pour réduire leur vulnérabilité ; flexibilité pour accroître les capacités d'adaptation des systèmes de production ; diversité des activités pour faire face à la variabilité des performances des productions individuelles). Bien qu'évoqués dans les discussions car des participants au colloque ont contribué aux textes mentionnés, les éléments précédents n'ont pas fait l'objet de présentation systématique. En revanche, un cas d'étude a été présenté sous forme de témoignage, et nous en rendons compte brièvement.

Un responsable d'entreprise agricole d'insertion, maraîcher depuis 25 ans, a expliqué sa perception du changement climatique et les moyens mis en œuvre pour s'y adapter. Des contrastes saisonniers de plus en plus marqués et des événements climatiques de plus en plus atypiques (sécheresse et gel hivernaux, épisodes pluvieux concentrés ; manques et excès d'eau ; les effets du vent accentuant le phénomène de dessèchement) justifient *a priori* une irrigation obligatoire, avec une couverture totale. Le positionnement des cultures devient de plus en plus complexe (flétrissement de pommes de terre primeurs constaté en 2008 ; risques de gelées sur ces cultures précoces et de pénurie de légumes). Pour ce maraîcher, la capacité de résistance ou d'adaptation en AB, est liée aux atouts suivants : l'acquisition et le maintien d'un taux d'humus satisfaisant, le saisonnement des productions (diversité plus grande des espèces et variétés cultivées, calendrier cultural admis par les consommateurs fidélisés au moyen d'un système d'abonnement), une moindre consommation d'énergie fossile (abandon des cultures sous serre chauffée en hiver : pour une serre de 2 200 m² ; son prédécesseur utilisait 5 000 litres de fuel par an et lui 300 litres seulement pour la maintenir hors gel). Au-delà de ces adaptations particulières, une réflexion plus globale semble nécessaire, si le changement climatique conduit à une relocalisation des productions (Seguin, France) et donc à une concurrence ou des complémentarités accrues entre zones de production.

Plus généralement, certains des leviers évoqués précédemment (réduction des GES) sont aussi actifs par rapport à l'adaptation au changement climatique. Il convient alors d'analyser la faisabilité et les coûts d'une intervention combinant ces deux registres. De même, une évaluation des coûts et bénéfices de l'adaptation devrait intégrer à la fois des valeurs marchandes et non-marchandes. C'est le sens de propositions faites pour la prise en compte de services écologiques. *A contrario*, l'accroissement des pressions parasitaires peut avoir des conséquences importantes pour l'AB (Legave, France).

² Howden S.M., Soussana J-F., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M., Meinke H., 2007. Adapting agriculture to climate change, Proc Natl Acad Sci 104, 50, 19691-19696

³ Darnhofer I., Bellon S., Milestad R., Dedieu B., 2008. Adaptive farming systems. Position paper. 8th European IFSA Symposium, Clermont-Ferrand (France) 6-10th of July 2008

III - Enseignements et pistes d'étude

3.1. Enseignements généraux

D'une manière générale, des enseignements peuvent être tirés des communications présentées à ce colloque relativement aux pratiques agricoles, aux méthodes d'étude et aux dynamiques de développement de l'AB.

Sur les pratiques agricoles :

- Il est confirmé que l'AB contribue moins à l'effet de serre que l'agriculture conventionnelle par unité de surface et, dans un certain nombre de cas (dans des systèmes céréaliers et laitiers reposant de façon significative sur des légumineuses), également par quantité produite ;
- Toutefois la performance de l'AB est très variable selon la manière dont elle est pratiquée et en particulier selon la rotation et la présence ou non de légumineuses pluriannuelles et de prairies permanentes ;
- Les légumineuses, principalement pluriannuelles, jouent un rôle clé dans le potentiel de réduction des émissions de GES par l'agriculture, qu'elle soit biologique ou conventionnelle. Elles permettent en effet de stocker davantage de carbone dans le sol, d'émettre beaucoup moins de N₂O pour une même quantité d'azote et de réduire fortement (voire de supprimer en bio) les émissions de CO₂ dues à la fabrication des engrais azotés. Comme l'a montré une communication (Triboi, France), la quasi-totalité des besoins en azote d'une rotation pourrait être assurée par les légumineuses, sans que les rendements soient affectés ;
- De nombreuses techniques utilisées en AB (compostage, engrais verts, légumineuses pluriannuelles, plantation de haies, enherbement des vergers, etc.) sont également applicables à l'agriculture conventionnelle, avec les mêmes bénéfices en matière d'émissions de GES ;

Sur les méthodologies :

- Pour juger du potentiel de séquestration de carbone d'une unité de production, il est indispensable de considérer l'ensemble du profil du sol (jusqu'à 1 mètre, voire davantage dans certains sols). Par ailleurs, au-delà du stockage de carbone, le sol fournit d'autres services écologiques qu'il conviendrait également de considérer plus globalement (stockage d'eau, recyclage d'éléments minéraux, biodiversité de communautés microbiennes...). Une telle approche en termes de services écologiques permettrait de dépasser une vision compartimentée de l'environnement (par exemple, comment la biodiversité intervient-elle sur les processus biogéochimiques ?) ;
- Le potentiel de l'agriculture à réduire les émissions de GES doit être évalué à l'échelle du territoire, en intégrant l'impact – très important – des changements d'utilisation des sols, principalement implantation de prairies, plantations de haies et de forêt, agroforesterie ;
- Le rendement ne doit pas être évalué seulement en tonnes/ha d'un produit agricole donné, mais – si l'on se limite à la fonction essentielle de l'agriculture, i.e. celle de produire des aliments – en quantité de nutriments produite sur une surface donnée⁴. Ceci amène à prendre en compte les habitudes alimentaires puisque l'on produit, par exemple, 15 à 20 fois plus de protéines à l'hectare sous forme de soja que de viande de bœuf.

Enjeux de l'AB dans un contexte d'intensification :

⁴ En complément, on pourra se référer à Schmidhuber J., Tubiello F.N., 2007. Global food security under climate change. PNAS 104, 50, 19703-19708. Les auteurs indiquent que parmi les 4 éléments de la sécurité alimentaire, seule la disponibilité alimentaire est traitée en routine dans des travaux d'évaluation ou de simulation. Ils constatent également que la plupart de ces études se focalisent sur des changements climatiques moyens, au détriment d'évènements plus radicaux ; les modèles pouvant rendre compte d'adaptations réalistes à de tels évènements ne sont apparemment pas encore disponibles.

- Le problème de l'intensification et donc des rendements reste posé, notamment en AB. Comme l'a souligné un intervenant (Riedacker, France), le fait d'obtenir des rendements élevés permet, pour une quantité produite donnée, de libérer de l'espace pour planter des forêts pouvant séquestrer des quantités importantes de carbone ;
- Dans cette optique d'intensification, on reste cependant dans une vision compartimentée de l'espace agricole, avec des frontières établies entre urbain et rural, entre agriculture et forêt... L'AB permet-elle de redéfinir ces frontières ? Par exemple, au moyen d'une meilleure intégration entre espaces cultivés et ligneux (agroforesterie) ou bordures de champ, en s'appuyant sur – voire en exacerbant - des processus de régulation biologiques, en prenant en compte des fonctionnalités écologiques (par exemple auxiliaires inféodés à un agroécosystème et non pas introduits le temps d'une culture ou pour résoudre un problème particulier).
- Par ailleurs, l'intensification n'est pas illusoire en AB, mais on doit aussi s'interroger sur les moyens utilisables (doses d'irrigation importante et guano du Chili ou bien appui sur des ressources locales ?) et aux compromis éventuels entre objectifs (par exemple, augmentation du rendement en AB au détriment de la qualité des produits).

3.2. Des besoins de recherche identifiés

Les besoins de recherche en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont considérables. La plupart d'entre eux concernent aussi bien l'agriculture conventionnelle que l'AB. Nous ne citerons ici que ceux qui nous paraissent prioritaires.

Aspects technologiques

- Optimisation du traitement des effluents, et en particulier des effluents liquides, afin de minimiser les émissions de CH₄ et de N₂O,
- Optimisation de l'utilisation des légumineuses dans l'optique de la réduction des émissions de GES,
- Moyens utilisables pour une intensification de l'agriculture biologique : quelles ressources pour réintégrer de l'organique ou du biologique dans des systèmes qui tendent à se spécialiser ?
- Impact des engrais verts sur les émissions de GES,
- Modifications de l'alimentation des ruminants pour diminuer les fermentations entériques (apports d'acides gras, autres pistes d'exploration privilégiant le lien au sol),
- Mise au point d'installations de biogaz à l'échelle d'exploitations agricoles de taille moyenne.

Aspects méthodologiques

- Redéfinition d'objets de recherche pertinents pour des travaux portant sur les systèmes d'exploitation dans leur intégralité, notamment avec des rotations intégrant des légumineuses et avec des ligneux, en vue de séquestrer un maximum de carbone dans le sol,
- Bilan comparé des émissions de GES de divers systèmes d'exploitation (biologique et conventionnel mais surtout entre systèmes techniques de production par exemple, élevage à l'herbe et élevage avec une forte proportion d'ensilage de maïs),
- Evaluation des émissions de GES à l'échelle d'un territoire de plusieurs systèmes d'exploitation et de différents choix en matière d'utilisation des sols ; meilleure prise en compte des processus de transition/conversion, et des ruptures éventuelles entre états des systèmes,
- Comparaison des outils d'évaluation utilisables (unités communes, indicateurs, ACV) ; procédures pour aller vers des objectifs quantitatifs de réduction des émissions,
- Effets du changement climatique sur la santé des plantes et risques éventuels de propagation de nouvelles maladies ou ravageurs liés à des situations de changement,

- Impact des changements d'habitudes alimentaires sur les émissions de GES et moyens de renforcement des liens entre agriculture et alimentation,
- Evaluation des compromis réalisables ou des synergies envisageables (entre réduction des effets de l'AB sur et adaptation de l'AB au changement climatique ; entre différents éléments CH₄, N₂O...), par rapport à des objectifs hiérarchisés et évaluables à l'aune d'appréciations multicritères.

Conclusions

Ce colloque a mis en évidence le potentiel de réduction des gaz à effet de serre par l'agriculture biologique en elle-même et par de nombreuses techniques de l'AB qui peuvent être mises en pratique en agriculture conventionnelle. Il a également montré que des marges de progrès existent en AB pour aller plus loin dans cette réduction. Il a par ailleurs mis en lumière l'importance d'une meilleure gestion couplée de deux éléments clés de la production agricole : l'azote, dont les apports sous forme d'engrais de synthèse doivent être réduits au minimum et mieux adaptés aux besoins des cultures, et le carbone, dont l'augmentation du stock dans les sols permet à la fois de réduire les émissions de CO₂ et d'améliorer la fertilité.

Le changement des habitudes alimentaires constitue un autre levier tout aussi important si l'on vise l'objectif de diviser par deux, voire par quatre les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Références bibliographiques

(disponibles dans les actes du colloque publiés par ABioDoc : *Agriculture biologique et changement climatique. Contribution de l'agriculture biologique et de nos choix alimentaires à l'effet de serre*. Clermont-Ferrand, France, 17 et 18 avril 2008 ; www.abiodoc.com)

Azeez G.S.E. (a), Assessing and recognising the soil carbon benefits of organic farming. 6p.

Azeez G.S.E. (b), The comparative energy efficiency of organic farming. 7p.

Bochu J-L., Risoud B., Mousset J., Consommation d'énergie et émissions de GES des exploitations en agriculture biologique ; synthèse des résultats PLANETE 2006. 8p.

Boincean B., Rusnac G., Pasat D., Gavrilas S., Soil fertility and crop productivity in the long term poly-factorial experiment on cernoziom soils of Moldova. 2p.

Brock C., Leithold G., The impact of the farming system on the humus household. 5p.

Capitaine M., Boisdon I., Could organic and conventional hill dairy farms reach a food self-sufficiency after unsuitable climatic years? 4p.

Castro J., Amador M., Aguirre D., Analysis for the Determination and Interpretation of Environmental Services in Organic Agriculture progress report on research in Costa Rica. 5p.

Fließbach A., Contribution of organic agriculture to mitigate and adapt to climate change. 6p.

Freyer B., Weik S., The impact of different patterns on agricultural production systems on greenhouse gas emissions. 4 p.

Halberg N., Energy use and greenhouse gas emission in organic agriculture. 6p.

Hansen S., Bleken M.A., Sitaula B.K., Effect of soil compaction and fertilization practice on N₂O emissions and CH₄ oxidation. 5p.

Hepperly P., Food and agriculture offer world of opportunity to combat global greenhouse gases. 5p.

Hörtenhuber S., Amon B., Kromp-Kolb H., Zollitsch W., Greenhouse gas emissions from dairy farming – model calculations for selected production system in Austria. 2p.

- Legave J-M., Vulnérabilité et adaptation des arbres fruitiers face au réchauffement climatique, quelles spécificités en agriculture biologique ? 6p.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D., Gaillard G., Life cycle impact of Swiss arable cropping systems in the global warming potential. 3p.
- Olesen J.E., Greenhouse gas emissions from organic farming systems in Denmark. 5p.
- Palit S., Ghosh B.C., Organic agriculture practice in tea farming: its impact on carbon sequestration, soil health and crop quality. 6p.
- Pattey E., Trzcinski M.K., Desjardins R.L., Réduction des émissions de gaz à effet de serre générée par le compostage du fumier de bovines de boucherie et de bovins laitiers. 7p.
- Redlingshöfer B., Choix de consommation alimentaire, quel impact sur l'effet de serre ? 6p.
- Rees R.M., Ball B.C., Topp C.F.E., Watson C.A., Nitrous oxide emission from a grass arable rotation in NE Scotland. 6p.
- Riedacker A., Migliore S., Utilisation de l'« Evaluation Environnementale Intégrée » pour comparer différents régimes alimentaires. Conséquences pour le développement durable. 15p.
- Rochette P., Janzen H.H., Emissions de N₂O par les légumineuses. 4p.
- Seguin B., Impact du changement climatique et adaptation de l'agriculture. 6p.
- Triboi E., Triboi-Blondel A.M., Systèmes de culture autonomes en azote et en énergie, réalité ou utopie ? 7p.