



# **AGRICULTURE BIOLOGIQUE**

**Regards croisés d'un groupe de travail  
de l'Académie d'Agriculture de France**

**(septembre 2008 – mai 2010)**

**Bernard Le Buanec**

Gilles Bazin, Claude Béranger,  
Jean-Louis Bernard, Yvette Dattée,  
Bernard Denis, Léon Guéguen,  
Jean-Claude Ignazi, Bernard Mauchamp,  
Yves Ménoret, Gérard Pascal,  
Georges Pelletier, Michel Sébillotte †,  
Philippe Viaux,  
avec le soutien de Nahid Movahedi.

# Table des contributions

## Groupe intersections AB

### Académie d'Agriculture de France

<b>Introduction</b> .....	3
Bernard Le Buanec	
<b>Coexistence de l'agriculture biologique avec d'autres types d'agriculture</b> .....	6
Bernard Le Buanec	
<b>Semences et variétés en agriculture biologique</b> .....	8
Yvette Dattée et Bernard Le Buanec	
<b>Fertilisation et agriculture biologique</b> .....	12
Jean-Claude Ignazi	
<b>La protection des cultures et ses particularités en agriculture biologique</b> .....	16
Jean-Louis Bernard et Bernard Mauchamp	
<b>Les résidus de substances utilisées pour la protection des cultures dans les aliments issus de l'agriculture biologique</b> .....	34
Jean-Louis Bernard	
<b>L'élevage et les productions animales en agriculture biologique</b> .....	49
Claude Béranger et Bernard Denis	
<b>Valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique</b> .....	54
Léon Guéguen, Gérard Pascal et Bernard Denis	
<b>Agriculture biologique et environnement</b> .....	76
Philippe Viaux	
<b>La localisation de l'agriculture biologique : enjeux et perspectives</b> .....	91
Claude Béranger	
<b>Le développement des productions en AB et l'industrie des agrofournitures</b> .....	95
Jean-Louis Bernard	
<b>Les soutiens publics au développement de l'agriculture biologique en France</b> .....	100
Gilles Bazin, en collaboration avec Philippe Viaux et Nahid Movahedi	
<b>Conclusions</b> .....	106
Bernard Le Buanec	

# Agriculture Biologique

## Regards croisés d'un groupe de travail de l'Académie d'Agriculture

(Septembre 2008-Mai 2010)

### Introduction

**Bernard Le Buanec**

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

De nombreux documents, auxquels le lecteur peut se reporter, traitent de l'origine et de la définition actuelle de l'agriculture biologique (AB) et ne sont pas repris de façon détaillée.

Trois courants principaux ont contribué à la naissance de l'agriculture biologique en Europe : le mouvement biodynamique ou anthroposophique, apparu dans les années 1920 sous l'impulsion de l'Autrichien Rudolf Steiner ; le mouvement pour l'agriculture organo-biologique s'inspirant d'un courant apparu en Suisse vers 1930, sous l'influence de Hans Müller ; le mouvement, né en Grande-Bretagne après la seconde guerre mondiale d'après les théories de Sir Albert Howard, à l'origine de la Soil Association et de l'agriculture dite organique.

En France l'AB émerge dans les années 1950 et, très rapidement, deux mouvements se dessinent : un mouvement agricole lié à la société commerciale Lemaire-Boucher approvisionnant les agriculteurs en semences et amendements calcaires ; un mouvement associatif d'agriculteurs et de consommateurs, Nature et Progrès. Dans les années 1970, l'émergence de nouveaux courants d'idées et des changements sociologiques importants (résistance au productivisme agricole et à la société de consommation, prise de conscience des limites de ressources de la planète et crise pétrolière) ont beaucoup influencé le développement de l'AB et provoqué des scissions multiples des organisations professionnelles. En 1972, l'International Federation of Organic Movements (IFOAM) est créée à Versailles à l'initiative du président de Nature et Progrès. A partir des années 1990, des crises sanitaires imputées à des produits d'usage courant, des atteintes à la biosphère, des interdictions plus ou moins justifiées de nombreux produits ont entraîné des mouvements d'opinion en faveur de l'AB et un accroissement de la demande de produits qui en sont issus.

La normalisation de l'AB débute en France par l'adoption de la loi d'orientation agricole du 4 juillet 1980 qui, bien que n'utilisant pas le vocable « agriculture biologique », précise dans son article 14 que « les cahiers des charges définissant les conditions de production de l'agriculture n'utilisant pas de produits chimiques de synthèse peuvent être homologués par arrêté du ministre de l'Agriculture ». Le décret relatif à cette homologation est pris le 10 mars 1981. Dès 1990 la France, pionnière en ce point, valide un cahier des charges public pour les productions animales. A partir de 1991, l'AB a fait l'objet de cahiers des charges pour les productions végétales, régis au niveau européen et, en 2000 pour les productions animales. Le règlement (CE) n°834/2007 a remplacé le règlement de 1991. Les détails de ce règlement ainsi que les différents aspects de la réglementation en AB sont disponibles sur le site du ministère de l'Agriculture.

<http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/environnement/agriculture-biologique/reglementation>

Un résumé très schématique de ce cahier des charges est le suivant : l'utilisation de produits chimiques de synthèse est interdite tant pour la fertilisation que pour la défense des cultures et le traitement des animaux. Il peut y avoir des exceptions, en particulier en élevage, et il peut y avoir des dérogations au cas par cas. Des produits chimiques qui ne sont pas de synthèse, selon une liste

positive établie par règlement, peuvent être utilisés. Les semences et plants utilisés doivent être issus de l'AB. La durabilité du système est fondée sur des rotations pluriannuelles. L'élevage hors sol est interdit et les animaux doivent être nés sur l'exploitation ou provenir d'une exploitation en AB. Ils doivent être nourris avec au moins 50% d'aliments produits sur l'exploitation ou en coopération avec des opérateurs de la même région, selon le principe du lien au sol. La charge animale par unité de surface est limitée. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) tant en production végétale qu'animale sont interdits. Notons enfin que l'AB est soumise à une obligation de moyens et non à une obligation de résultats, que ce soit sur la qualité des produits ou sur l'environnement.

Ces contraintes réglementaires ont, dans les conditions actuelles de la technologie, un impact certain sur la productivité agricole, impact relativement bien évalué en grande culture et en arboriculture fruitière, mais plus difficile à appréhender en culture légumière ainsi qu'en élevage, du fait de la grande variabilité des systèmes de production. Par exemple, les diminutions de rendement en France sont en moyenne de l'ordre de 50% en blé et de 35% en maïs, l'écart étant plus grand lorsque les rendements en agriculture conventionnelle sont plus élevés. En arboriculture fruitière les diminutions de rendements sont en moyenne de 30% mais la variabilité est très grande et, en conditions de pression parasitaire très forte, la récolte peut être compromise. De même la productivité est généralement plus faible en production animale, par exemple de l'ordre de 30% par vache laitière en Normandie si on la compare à un élevage laitier intensif.

Ce différentiel de productivité, joint à des réseaux de collecte et de distribution encore insuffisamment développés, contribue à un différentiel de prix moyen à la consommation, évalué à 20 à 70% selon les produits, les filières de distribution et les enquêtes.

La France a eu un rôle pionnier dans le développement de l'AB dans les années 1980 mais le pourcentage de ses surfaces en AB n'a pas augmenté comme dans d'autres pays européens au cours des deux dernières décennies.

Le Grenelle de l'Environnement a envoyé un message très favorable à l'agriculture biologique en préconisant « un repas bio par semaine dans la restauration collective » et en prévoyant d'augmenter les surfaces certifiées AB en France pour atteindre 6% de la surface agricole utile en 2012 et 20% en 2020. De plus, la consommation en produits « bio » augmentant, il est nécessaire de faire appel à des importations essentiellement en fruits et légumes et produits transformés. D'après l'Agence Bio, l'année 2008 a été une année charnière car, après quelques années de stagnation, les surfaces en AB ont recommencé à augmenter de façon significative (+ 4,8% par rapport à 2007) et la consommation a bondi de 25%. La demande des consommateurs est donc croissante et de nombreux sondages ont été effectués pour en connaître les raisons. Le dernier baromètre de consommation et de perception des produits biologiques en France de l'Agence Bio donne les motivations d'achat suivantes: préserver la santé 95%, préserver l'environnement 94%, qualité et goût des produits 87%, raisons éthiques 72%.

Devant cette évolution il a semblé intéressant à certains membres de l'Académie d'Agriculture d'établir un groupe de travail sur l'AB. Ce groupe intersections, composé de Gilles Bazin, Claude Béranger, Jean-Louis Bernard, Yvette Dattée, Bernard Denis, Léon Guéguen, Jean-Claude Ignazi, Bernard Le Buanec, Bernard Mauchamp, Yves Ménoret, Gérard Pascal, Georges Pelletier, Michel Sébillotte (qui n'a pu malheureusement que participer au tout début de la réflexion), et Philippe Viaux, avec le soutien de Nahid Movahedi, s'est réuni treize fois entre le 17 septembre 2008 et le 27 avril 2010. Il a auditionné Jean-Marc Meynard, chef du département Sciences pour l'Action et le Développement de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Inra), Jérôme Pavie, chef de projet à l'Institut de l'Élevage, Elisabeth Mercier, directrice de l'Agence Bio, Arouna Ouedraogo, sociologue à l'Inra et Marie-Joseph Amiot-Carlin, directrice de l'unité mixte Inra/Inserm/Université sur la nutrition à Marseille ; il a visité deux exploitations « biologiques », l'une certifiée AB et l'autre non encore certifiée mais produisant dans le cadre d'une AMAP.

Après un large tour d'horizon le groupe a défini une liste de questions :

- Quel est l'impact du cahier des charges de l'AB sur les techniques de production, l'utilisation des intrants et la productivité ?
- Quel est l'impact de l'AB sur la qualité et la sécurité de l'alimentation ?
- Quel est l'impact de l'AB sur l'environnement. Faudrait-il encourager la localisation sur le territoire (dans les territoires) pour optimiser cet impact ?
- Quel est le développement de l'AB en France ; quelles en sont les raisons ; quels soutiens sont-ils nécessaires pour ce développement ?

Faute de temps et de certaines compétences dans le groupe, il n'a pas été possible de répondre à toutes les questions. Au cours du temps il est apparu que l'approche analytique permettant d'obtenir des données comparatives était souvent difficile car la définition des types d'agriculture n'est pas évidente, les différents types souvent se chevauchent, les méthodes d'analyse ont évolué dans le temps, la variabilité des résultats est très grande et la réglementation a évolué de manière significative au cours des 20 dernières années. Quelques membres du groupe ont considéré que, sans intégration dans une approche système beaucoup plus complexe, l'utilisation de résultats analytiques était difficile, en particulier en ce qui concerne les aspects environnementaux.

Néanmoins, les membres du groupe ont rédigé un certain nombre de contributions qui, si elles restent sous la responsabilité de leurs auteurs, ont fait l'objet d'aller et retour entre les membres pour amendement et amélioration. Ces contributions sont les suivantes :

- Fertilisation et AB, par Jean-Claude Ignazi.
- Particularités de la protection des cultures en AB, par Jean-Louis Bernard et Bernard Mauchamp.
- Semences et variétés en AB, par Yvette Dattée et Bernard Le Buanec.
- Elevage et productions animales en AB, par Claude Béranger et Bernard Denis.
- Coexistence de l'AB avec d'autres types d'agriculture, par Bernard Le Buanec.
- Valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'AB, par Léon Guéguen, Gérard Pascal et Bernard Denis.
- Résidus de produits phytosanitaires dans les aliments, par Jean-Louis Bernard,
- AB et environnement par Philippe Viaux.
- Localisation de l'AB : enjeux et perspectives, par Claude Béranger.
- Soutiens publics au développement de l'AB en France par Gilles Bazin avec la collaboration de Philippe Viaux et Nahid Movahedi.
- Impact d'une forte augmentation de l'AB sur l'industrie de l'agrofourniture, par Jean-Louis Bernard.

La conclusion, par Bernard Le Buanec, a fait l'objet d'un consensus de tous les membres du groupe.

Une synthèse de ces travaux sera présentée lors d'une séance de l'Académie d'Agriculture de France, plus particulièrement sur les aspects alimentation, environnement et soutien public au développement, le 19 mai 2010.

# Coexistence de l'agriculture biologique avec d'autres types d'agriculture

**Bernard Le Buanec**

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

La Recommandation européenne 2003/556 « établit des lignes directrices pour l'élaboration de stratégies nationales et de meilleures pratiques visant à assurer la coexistence des cultures génétiquement modifiées, conventionnelles et biologiques ». Entre autres, ces recommandations ont reconnu la nécessité d'assurer que les agriculteurs puissent opérer un choix effectif entre cultures génétiquement modifiées, biologiques et conventionnelles, dans le respect des obligations légales en matière d'étiquetage et/ou de normes de pureté. Elles préconisent que les mesures des Etats Membres « ne devraient pas aller au-delà de ce qui est nécessaire pour garantir une présence de traces fortuites d'OGM inférieure aux seuils de tolérance fixés dans la législation communautaire ».

L'article 2 de la loi n°2008-595 du 25 juin 2008 reprend ces recommandations et dispose que « *La liberté de consommer et de produire avec ou sans organismes génétiquement modifiés, sans que cela nuise à l'intégrité de l'environnement et à la spécificité des cultures traditionnelles de qualité, est garantie (...)* ».

Il ressort de la loi française que deux aspects doivent être envisagés : la nature des aliments produits par ces types d'agriculture et l'environnement.

## 1. La nature des aliments

C'est actuellement le point qui fait le plus débat.

L'agriculture biologique est régie par un cahier des charges spécifiant des normes de mises en œuvre, traduisant une obligation de moyens. Par contre, l'agriculture biologique n'a aucune obligation spécifique de résultats concernant la qualité des produits. Les normes de qualité qui s'appliquent aux produits BIO sont donc les mêmes que celles qui s'appliquent aux produits conventionnels.

### 1.1. Coexistence avec une agriculture de type OGM

Le seuil de présence fortuite d'OGM entraînant l'étiquetage d'un produit alimentaire en tant qu'OGM est de 0,9% pour chacun des éléments constitutifs. Il a été montré par de très nombreuses études que ce seuil pouvait être respecté moyennant la mise en œuvre de quelques mesures techniques simples au champ et en usine de transformation. En cas de dépassement du seuil, le produit devrait être étiqueté OGM et ne pourrait donc plus être commercialisé sous label BIO. Un manque à gagner éventuel de l'agriculteur bio, comme d'ailleurs celui d'un agriculteur conventionnel ne produisant pas d'OGM pourrait être compensé par un fonds dont les mécanismes restent à définir. Ceci est cependant discutable et contraire à la position de la Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique, IFOAM, adoptée en mai 2002, qui indique « Tout seuil de contamination prédéfini serait choisi de manière arbitraire et ne pourrait refléter les principes de l'agriculture biologique. C'est pourquoi IFOAM ne soutient pas l'introduction d'une grille de seuils «de minimis» pour la contamination génétique. Pour cette raison, les tests obligatoires de contamination génétique ne devraient pas être introduits pour la vérification de la production bio »<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Site internet IFOAM, traduit de l'anglais par François Lelagadec, inter bio Bretagne.

Il est évident que si le seuil d'étiquetage OGM était revu à baisse les conditions de coexistence seraient à revoir. La coexistence deviendrait difficile pour un seuil inférieur à 0,5% et probablement impossible en pratique pour un seuil inférieur à 0,1%.

### **1.2. Coexistence avec une agriculture conventionnelle**

L'aspect à prendre en compte ici est la présence éventuelle de résidus de produits de traitement. Dans la mesure où il n'y a pas de normes spécifiques pour les produits BIO, les normes qui s'appliquent sont celles de tous les produits alimentaires. Il est raisonnable de considérer que le risque de dépassement de la limite maximum de résidu, LMR, de produits phytosanitaires de synthèse en agriculture bio, du fait de parcelles voisines en culture conventionnelle, est nul. Il existe des initiatives privées qui définissent pour les produits BIO des seuils de contamination fortuite inférieurs à la LMR. Ces initiatives étant privées les normes ainsi définies ne s'imposent pas au reste de la communauté.

## **2. L'environnement**

L'aspect que l'on peut peut-être analyser dans le contexte de la coexistence des différents types de culture est l'influence réciproque sur l'environnement phytosanitaire. Il ne semble pas qu'il y ait de point particulier concernant les cultures OGM. La question est donc de savoir si les cultures conventionnelles peuvent avoir un impact sur l'environnement sanitaire des cultures bio et réciproquement.

Les cultures conventionnelles ont en général une protection plus efficace contre les insectes et les maladies et font donc baisser la pression épidémiologique sur l'ensemble du territoire, baisse dont bénéficient les cultures bio. Par contre, dans certains cas, comme par exemple celui de diabrotica, les rotations mises en œuvre en culture conventionnelle favorisent le développement de parasites difficiles à éradiquer sans pesticides de synthèse, mettant l'agriculture biologique en difficulté.

A l'inverse la protection moins efficace en culture biologique, malgré un nombre souvent élevé de traitements, peut favoriser la recrudescence de maladies comme par exemple la carie ou l'ergot des céréales, provoquant des foyers infectieux pouvant permettre le départ d'épidémies. Ce risque pourrait s'accroître si les surfaces en culture bio, aujourd'hui faibles à l'échelon national, augmentaient sensiblement. On peut également citer des cas de prolifération de ravageurs sur des parcelles de vignes bio ayant eu un impact négatif sur les cultures conventionnelles voisines.

# Semences et variétés en agriculture biologique

**Yvette Dattée et Bernard Le Buanec**  
Membres de l'Académie d'Agriculture de France

## Les semences en AB

Jusqu'en 1995 il était possible d'utiliser en AB des semences produites en AC dans la mesure où elles n'étaient pas traitées avec des produits de synthèse. Ceci provoquait un certain nombre de difficultés pour l'obtention de traitements efficaces mais le choix de variétés restait très large. Depuis 1995 les nouvelles normes de l'AB demandent que les semences utilisées aient également été produites en agriculture biologique ce qui a pour effet de diminuer le choix variétal et d'augmenter très sensiblement le coût des semences. En ce qui concerne le choix variétal des dérogations sont possibles si la variété recherchée n'est pas disponible en semence biologique mais cette disposition est par nature transitoire. En ce qui concerne le coût le facteur multiplicateur par rapport à une semence conventionnelle varie de 1,5 à 3 suivant les espèces, les facteurs multiplicateurs les plus importants concernant les espèces potagères bisannuelles (B. Le Buanec, 2004). Certains agriculteurs biologiques ne sont pas favorables à cette obligation d'utilisation de semence biologique correspondant plus à une approche dogmatique qu'à une approche sanitaire ou environnementale.

## Les variétés en AB

Deux aspects sont ici à prendre en compte : le mode d'obtention et le type variétal d'une part et les caractéristiques agronomiques et technologiques de la variété en tant que telle d'autre part.

### Le mode d'obtention et le type variétal

L'AB exclut a priori les variétés obtenues par transgénèse. Des discussions sont en cours pour savoir si d'autres techniques de sélection doivent être exclues ou non en tenant compte d'une part de la possibilité de produire des semences de ferme et d'autre part du concept de « naturalité » et de « valeur intrinsèque et d'intégrité » de la plante. (E.T. Lammerts van Bueren et al, 2003). Parmi les techniques de création variétale qui pourraient être exclues il faut noter les cultures d'embryon et d'ovaire, la pollinisation in vitro, les variations somatiques, la fusion de protoplastes. Le Consortium Européen pour l'Amélioration Biologique des Plantes (ECO-PB) a adopté une résolution pour l'interdiction de toutes techniques de fusion cellulaires lors de sa réunion des 27 et 28 avril 2009 à Paris. Lors de cette réunion la sélection assistée par marqueurs et la mutagenèse induite soit chimiquement soit par radiation ont été également mises en doute (M.A. Haring, 2009). Les normes de certification Demeter en Allemagne interdisent dès à présent toute utilisation d'hybrides, qu'elle qu'en soit l'origine. L'on est en droit de se demander si de telles contraintes ne mettront pas en difficulté les agriculteurs biologiques et si elles sont bien justifiées. En ce qui concerne le type variétal il est souvent suggéré que l'utilisation de composites pourrait assurer une meilleure stabilité de rendement. Ceci n'est en général pas vérifié dans de nombreux cas (ICARDA, 1996, A. Gallais, 2010)

### Les caractéristiques agronomiques et technologiques des variétés

Pour certaines espèces, potagères ou de grande culture (essentiellement blé tendre), les variétés cultivées en AB sont souvent différentes des variétés cultivées en AC. Cette situation provient du fait que l'offre en semences biologiques est beaucoup plus limitée qu'en semences conventionnelles mais également du fait que certaines variétés se comportent mieux dans des systèmes à faibles intrants et à désherbage limité. En ce qui concerne le blé tendre le choix en AB



porte également plus souvent sur des variétés à forte valeur boulangère du fait d'un niveau d'alimentation azoté faible. De nombreux résultats montrent que les variétés modernes développées pour l'AC se comportent au moins aussi bien que les variétés dites rustiques dans des environnements à faible niveau de fertilisation et sans traitements phytosanitaires. (Jonard et Koller, 1951, Grignac et al 1981, Brancourt-Hulmel et al, 2003, Darrozes, 1997, Du Toit, 1996, Luciani, 2004). Ce que ces essais évaluent mal est l'effet d'une forte pression de mauvaise herbe. Certains essais récents font apparaître, mais pas de façon systématique, une interaction entre le classement de variétés et les itinéraires techniques bas intrants et conventionnels.

On peut donc se demander s'il y a lieu de mettre en place une sélection et un enregistrement spécifique au catalogue pour l'AB ?

La sélection en vue de la création de variétés végétales est un processus long et complexe car il fait intervenir des connaissances dans diverses disciplines : génétique ,agronomie ,physiologie ,santé des plantes ,biotechnologies .A chaque espèce, selon le type variétal, le mode de reproduction, les objectifs de la sélection ,le sélectionneur applique un programme utilisant au mieux les outils que les connaissances en biologie lui offre .Ce qui compte c'est la définition des objectifs et le gain génétique vis à vis de ces objectifs par unité de temps .Il ne devrait donc pas avoir lieu de différencier les méthodes de sélection ,pour la création éventuelle spécifique de variétés adaptées à l'agriculture biologique, ce sont les objectifs de la sélection qui doivent être définis face à cette conduite de culture. Tous les moyens pour les atteindre devraient être admis.

Rappelons qu'à chaque fois qu'une variété d'un type nouveau a été proposée à l'inscription au catalogue, accompagnée de ses caractéristiques et des moyens de les tester, cela a été réalisé à condition bien sur, que le surcoût soit pris en charge par le demandeur. Les exemples sont nombreux en Colza, Orge, Blé, notamment.

Rappelons aussi que les espèces potagères ne font pas l'objet d'épreuves de Valeur Agronomique et Technologique(VAT). Par conséquent, même si des critères de résistance à des pathogènes sont établis, ils sont pris en compte pour tester la Distinction, Homogénéité, Stabilité(DHS) et ne peuvent pas être considérés autrement.

Notons enfin que pour les blés, depuis plus de 15 ans les essais sont réalisés en deux conditions : avec ou sans traitement phytosanitaires avec un poids fort donné aux résultats obtenus sans traitement.

Ces points étant rappelés, la question de savoir si des itinéraires particuliers doivent être utilisés pour la création et l'enregistrement de variétés destinées à l'agriculture biologique peut donc être posée.

La réponse nécessite de définir très précisément quels doivent être ces itinéraires et les dispositifs qui peuvent en rendre compte sachant qu'il s'agit obligatoirement de dispositifs multi locaux destinés à donner une information sur l'ensemble des zones de culture en France car il serait illusoire de penser qu'il puisse y avoir des créations variétales inédites destinées à des marchés de niche, la sélection étant trop coûteuse pour cela. Elle nécessite aussi de définir précisément la pondération accordée à chaque caractère dans le processus de sélection car c'est en fait cette pondération qui aura un effet majeur sur le classement des variétés. L'exemple du blé traité et non traité illustre bien ce fait .Plus que parler de sélection adaptée à l'agriculture biologique, il serait préférable de définir les critères à mesurer pour les variétés recherchées, la façon de pondérer ces critères et les témoins à leur confronter. Cette démarche aurait l'avantage d'être opérationnelle et peu coûteuse. Si au vu des résultats il s'avère que tel ou tel type de variétés se détache sensiblement des autres, il conviendrait alors de rechercher sur quels caractères et, peut être de là, en déduire des critères de sélection .Dans l'immédiat aucune preuve de ceci ne semble avérée.

Afin de mieux prendre en compte les besoins de l'AB en amélioration des plantes il est parfois fait état de sélection participative. Il s'agit en fait d'un amalgame fréquent car il n'existe pas de lien particulier entre sélection participative et agriculture biologique. A l'origine du concept de sélection participative qui a été particulièrement bien explicité par Louise Sperling, il y a la sélection traditionnelle faite par les agriculteurs décrite par Jean Pernès travaillant en Afrique de l'Ouest où il observait les coutumes traditionnelles des agriculteurs. Ne disposant pas ou peu de variétés sélectionnées de sorgho ou de mils dans certaines régions, ceux-ci prenaient un soin particulier pour la récolte de ce qui allait devenir la semence de la prochaine récolte, en recherchant les plus beaux épis, voire ceux qui avaient une forte probabilité d'avoir été pollinisés par des cultivars ou des plantes avoisinantes pour éviter une trop forte consanguinité ou une trop forte homogénéité. Cette pratique, justifiée dans les conditions locales n'est pas adaptée aux pays où l'agriculteur bénéficie d'une grande gamme variétale adaptée à des besoins divers. L'évolution du concept vers une sélection par des agriculteurs de variétés développées par des améliorateurs professionnels est une voie intéressante mais qui s'applique à tous les types d'agriculture. Cette évaluation dans un réseau d'agriculture biologique pourrait être intéressante mais comme déjà indiqué précédemment difficile à mettre en œuvre dans un cadre multi local standardisé, les agriculteurs biologiques ayant rarement des conditions de culture comparables. Au lieu d'une sélection participative proprement dite une expérimentation gérée par l'ITAB pourrait présenter un intérêt. Si l'on n'a pas de modèle spécifique de création variétale en amont, en France notamment nous avons en aval une instance comme le CTPS qui est justement une instance de concertation puisque tous les acteurs de la filière siègent dans les sections et expriment des besoins en fonction des situations sanitaires, des besoins en qualité technologique et de la demande du marché. Les sélectionneurs synthétisent ces demandes et les traduisent en termes de sélection tandis que les instances du CTPS les finalisent en termes de pondération des caractères pris en compte dans l'inscription.

Bien qu'il ne s'agisse pas de création variétale proprement dite une autre approche pour assurer une meilleure stabilité du rendement et une meilleure résistance aux maladies est souvent suggérée : l'utilisation de mélanges de variétés sur la même parcelle. Cette voie n'est pas obligatoirement liée à l'AB et rien n'interdit à un agriculteur de cultiver son propre mélange de semences. On peut constater que cette pratique n'est pas encore très développée en France, sauf justement parfois en AB.

### **L'AB, la diversité génétique cultivée et la conservation des ressources génétiques**

Il est fréquemment indiqué que l'amélioration des plantes moderne, la réglementation catalogue et l'AC ont provoqué une diminution importante de la diversité génétique des variétés cultivées, ce qui n'est pas le cas dans les espèces de grande culture. (B. Le Buanec, 2010). L'on a peu d'études précises en ce qui concerne les espèces potagères mais l'on peut dire que le critère du nombre de variétés cultivées n'est pas très pertinent. Il est peu probable qu'actuellement l'AB permette de mieux préserver la diversité génétique que l'AC. Tout sélectionneur, toute entreprise de sélection a besoin d'un réservoir de ressources génétiques caractérisées et maintenues, ils le savent et s'y attachent. La création variétale qui utilise des ressources génétiques ne les use pas et ne les détruit pas puisqu'elles sont sources de nouveauté. Ces ressources génétiques réunissent rarement toutes les qualités requises pour une variété et de ce fait ne sont pas adaptées à la culture en grande surface. Il est faux de dire que la sélection détruit les ressources génétiques et réduit la biodiversité. Ce que l'on peut dire est que du fait d'une certaine intensification ou de modes certaines espèces, notamment des potagères, sont rendues à des marchés de niche ce qui réduit la diversité visible des cultures mais ne réduit pas la diversité des collections.

En revanche, depuis 30 ans, les généticiens et sélectionneurs réclament en vain une véritable politique nationale et européenne des ressources génétiques et, à défaut, maintiennent eux-mêmes les collections sur leurs propres fonds.

## **Conclusion**

En s'imposant des normes très strictes dans le domaine des semences et des variétés l'AB se met en situation difficile de disponibilité de variété. La première étape pour obtenir des variétés adaptées est de tester en conditions d'AB les variétés modernes dans la mesure où elles ont été obtenues selon un procédé accepté dans les normes de l'AB, ce qui risque de devenir de plus en plus difficile. Une deuxième étape serait de tester dans les conditions de l'AB des variétés en fin de sélection toujours développées par des procédés de sélection compatibles, dans le cadre d'un réseau multi local bien défini, les variétés ainsi sélectionnées étant inscrite par le CTPS selon un protocole spécifique. La difficulté de mise en œuvre d'une telle deuxième étape serait son coût probablement difficile à supporter par un marché encore de niche. Enfin l'AB ne semble pas mieux placée que l'AC pour le maintien de la diversité génétique des variétés cultivées, l'AC n'ayant pas réduit cette diversité au cours des cinquante dernières années.

## **Bibliographie :**

Brancourt-Hulmel M. et al, 2003, Genetic Improvement of Agronomic Traits of Winter Wheat Cultivars Released in France from 1946 to 1992, *Crop Sci.*43:37-45 (2003).

Darrozes, G. (1997), Le progrès génétique sur le blé tendre en France, dans la Lettre de SIGMA, N°10, mars 1997, 4 p.

Du Toit, W.,(1997), Report on Maize Cultivar Trials with O.P's/Hybrids 1995-1996, Agriculture Research council, Grain Crop Institute, South Africa.

Gallais, A, (2010), Homogénéité vs hétérogénéité et performances des structures variétales en amélioration des plantes, Assemblée Générale de l'Association Française des Sélectionneurs, Versailles, 4 février 2010.

Grignac, P. et al (1981), Comparaison de variétés anciennes et modernes de blé tendre à divers niveaux d'intensification dans un environnement méditerranéen, *C.R. Acad. Agric.Fr*, 67 :1434-1453

Haring M.A. (2010), Novel Breeding techniques: molecular biology with plant tissue culture, EcoPB-ITAB: Strategies for a future without cell fusion techniques in varieties applied in Organic Farming, 27628 avril 2009, Paris, France.

ICARDA (1996). Annual report, pp 29-33.

Jonard, P. et Koller,H.(1951) Les facteurs de productivité chez le blé, *Annales de l'INRA série B, Annales de l'Amélioration des plantes*1 :256-276.

Lammerts van Bueren, E. et al, (2003), Concepts of Intrinsic Value and Integrity of Plants in Organic Plant Breeding and Propagation, *Crop.Sci.* 43:1922-1929 (2003)

Le Buanec B. (2004), Organic Seed, Asian Seed Congress, Séoul, République de Corée, 13-17 Septembre 2004.

Le Buanec, B. (2010), Evolution de la diversité génétique des variétés commercialisées sur les espèces de grande culture, Assemblée Générale de l'Association Française des Sélectionneurs, Versailles, 4 février 2010.

# Fertilisation et Agriculture Biologique

**Jean-Claude Ignazi**

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

Les quelques propos qui suivent ne constituent pas un traité de fertilisation destiné aux conditions de l'Agriculture biologique (AB), mais veulent présenter quelques remarques sur l'adaptation des règles de fertilisation des cultures à ce type d'agriculture. L'aspect environnemental de la fertilisation ne sera pas abordé ici, celui-ci étant traité dans un autre chapitre.

*A priori*, les mécanismes de nutrition minérale des plantes sont les mêmes qu'en Agriculture conventionnelle (AC), de même que les besoins quantitatifs en éléments nutritifs, sous réserve que les variétés choisies soient également les mêmes, ce qui n'est pas toujours le cas.

Alors qu'en AC, le raisonnement de la fertilisation est très lié à la culture à venir pour laquelle on calcule les apports suivant le principe : fumure = besoins – fourniture du sol, en AB en revanche, la fertilité du sol, et donc les prélèvements possibles des cultures, sont fortement déterminés par la succession culturale, en particulier la présence de légumineuses et le régime des résidus de culture. Dans ce cas, la nutrition minérale des plantes est plutôt une conséquence de l'état du milieu sol.

## **Polyculture-Elevage**

### **Azote**

En présence sur l'exploitation d'un troupeau de bovins ou d'ovins, l'assolement fait en général la place à des légumineuses (luzerne, trèfle, sainfoin, pois fourrager) contribuant à la fourniture d'azote minéral aux cultures suivantes. L'emploi raisonné des engrais de ferme produits sur l'exploitation (fumier, fumier composté) complète le niveau d'azote organique du sol, dont la minéralisation augmente la fourniture d'azote minéral aux cultures. La difficulté de prévoir la dynamique de minéralisation des engrais de ferme devrait conduire à les réserver aux cultures autres que céréales, comme les plantes racines, ou les cultures fourragères.

Dans le cas d'élevage de porcs, la présence de légumineuses dans la succession culturale est plus rare. Les seules ressources organiques sont donc le lisier ou un mélange lisier-paille produit sur l'exploitation ou importé des voisins également en AB. On est donc face au problème général de l'emploi des effluents d'élevage : évaluation de la valeur fertilisante, contrôle des doses épandues, techniques d'épandage. Une bonne connaissance des quantités d'éléments nutritifs apportés est obligatoire si l'agriculteur veut suivre l'évolution de ses parcelles.

### **Phosphore**

L'importance du phosphore dans l'alimentation minérale de la plante n'est plus à démontrer. Le niveau phosphaté auquel sont parvenus la plupart des sols français à la fin du siècle dernier permet le plus souvent une fourniture correcte des cultures en cet élément, et ceci principalement en région de polyculture-élevage, où les apports au sol par les fertilisants (scories, phosphates...) ont été complétés par le phosphore contenu dans les aliments du bétail, en grande partie importé sous forme de soja. Le phosphore apporté sous toutes ces formes a finalement, en grande partie, été retourné au sol. Ce « bruit de fond » phosphaté masque certainement le risque d'épuisement à terme, si aucun retour suffisant de phosphore n'est prévu.

## **Potasse**

L'emploi régulier de fumier contribue à recycler une part importante du potassium contenu dans les récoltes. Cependant, le bilan peut ne pas être bouclé, et il conviendra d'apporter des sels de potasse, acceptés par le cahier des charges, tels que kainite (sulfate de Mg et chlorure de K) ou Patentkali, sulfate double de K et Mg .

## **Polyculture**

### **Azote**

La succession culturale prend ici toute son importance. La présence de légumineuses est souhaitable, mais, a priori, il ne peut s'agir que des cultures de vente : légumineuses à graines : pois, féveroles, lentilles ; éventuellement luzerne pour la déshydratation, voire fourrage. Dans ce cas, il peut être possible d'organiser un échange avec des fumiers ou composts en retour.

Plusieurs leviers sont envisageables pour améliorer la fourniture d'azote aux cultures les plus exigeantes :

- l'apport de compost réalisé à la ferme à partir des déchets végétaux récoltés sur place ou récupérés du voisinage : déchets verts, paille, etc. apportés avant céréales ou cultures légumières. L'évaluation de la richesse en azote organique du compost et la connaissance de la dynamique de minéralisation sont des conditions essentielles à la prise en compte de ce fertilisant ;
- l'introduction d'engrais verts dans la succession culturale, dont l'enfouissement contribue à stimuler la minéralisation. La faisabilité de cette pratique est à examiner cas par cas, car elle est souvent délicate techniquement, et coûteuse en temps et en carburant ;
- l'utilisation de sous produits organiques acceptés par le cahier des charges AB telles que les vinasses de sucreries dans les régions de grande culture ;
- l'emploi éventuel d'engrais organiques naturels, tels que fientes de volailles plein air, sang desséché, farine de viande, corne broyée, farine de plume hydrolysée, et autres sous produits organiques autorisés. Le prix de ces fertilisants ne les autorise que sur des productions bien valorisées. On les trouvera surtout en production légumière et culture maraîchère.

En ce qui concerne les cultures exigeantes en azote, comme les céréales, il ne sera pas possible de répondre correctement à leur besoins en début de cycle, ce qui induira une baisse des rendements.

### **Phosphore**

Contrairement aux exploitations de polyculture-élevage, qui peuvent recycler le phosphore des aliments importés, la polyculture, dans la plupart des cas, vit sur les réserves du sol. Lorsque la reconversion à l'AB s'est faite récemment sur des sols cultivés en AC, ces réserves sont en général relativement importantes et P ne constitue pas un facteur limitant. Notons qu'en AC, les agriculteurs, qui, pour des raisons économiques, ont supprimé les apports d'engrais phosphatés et potassiques depuis quelques années, n'ont en général pas observé de baisse significative des rendements, malgré le maintien de fertilisation azotée élevée. On peut donc penser qu'avec le niveau d'intensité modéré qui caractérise l'AB les réserves du sol peuvent suffire pendant quelque temps, mais ne peuvent que baisser inéluctablement si des apports complémentaires en phosphates naturels ne sont pas réalisés.

Par ailleurs, il est possible que la biodisponibilité de P du sol de parcelles AB, riches en azote organique, soit améliorée. La vie microbienne pourrait augmenter la part de P organique dans P total. Une autre hypothèse concernerait les mycorhizes plus abondantes en conduite AB (à vérifier) Il a

d'ailleurs été remarqué que les teneurs en P mesurées dans les parcelles AB étaient souvent à des niveaux considérés comme très insuffisants en AC sans que les cultures n'en paraissent affectées.

Toutefois, il est clair qu'à terme, un apport de phosphore sera obligatoire.

### **Potasse et magnésie**

Le problème est ici le même qu'avec le phosphore. Les récoltes exportées contiennent des teneurs normales en ces éléments fournis par les réserves du sol. Sans restitution, celui-ci ne peut que s'appauvrir. En présence d'élevage, le retour sur les parcelles de toutes les pailles et des effluents contribue à recycler une part importante de K et Mg, mais le bilan global n'est pas bouclé. Sans élevage, le retour des pailles limite les sorties de ces éléments, mais les cultures de vente sont en général assez riches. Que penser, à ce titre, de l'exportation de la luzerne ?

Là encore l'entretien de ces parcelles nécessitera l'apport raisonné de sels de potassium et/ou magnésium tels que le sulfate de potasse, ou le patenkali (sulfate double de potasse et de magnésie). Ces produits acceptés par la charte AB contiennent du soufre, ce qui peut contribuer à entretenir la fertilité.

### **Suivi du sol**

Les situations fréquentes de bilan déficitaire en éléments fertilisants P K Mg... peuvent ne pas se traduire par des pertes de rendement immédiates si les sols sont bien pourvus au départ. Mais cette situation n'est pas durable. Il convient de surveiller sérieusement le statut nutritif du sol par des analyses régulières. Se pose alors la question de l'interprétation des résultats dans ce type d'agriculture. Cela devrait être étudié dans les expérimentations de longue durée mises en place.

### **Autres systèmes agricoles**

L'AB concerne la plupart des systèmes, principalement ceux dont les produits se prêtent bien à la vente en circuit court. Les remarques ci-dessus restent valables avec quelques particularités.

### **Cultures légumières, maraîchage**

La complexité de la succession culturale et l'importance des résidus de culture contribuent naturellement à l'amélioration du taux humique du sol, et par conséquent du niveau de la minéralisation. La pratique des composts y est fréquente, lorsqu'une ressource cellulosique ou ligneuse se trouve disponible. Dans les régions traditionnelles, l'emploi des engrais organo-minéraux s'est reporté souvent sur celui des engrais organiques classiques, sang, farine de viande, corne etc. Le niveau des rendements plus faible est en général compensé par une meilleure valorisation des produits, pour autant que leur présentation soit acceptée.

Le niveau de richesse minérale de ces sols est en général très satisfaisant. Il convient cependant de le surveiller.

### **Arboriculture fruitière**

S'il s'agit de plantation récente, on peut imaginer qu'elle aura fait l'objet, à la mise en place, d'un apport de fumier et éventuellement de phosphates naturels. Puis, en cours de développement et en phase de production, l'essentiel des apports sera constitué des résidus de plantes de couverture laissées sur place et enfouies. De même le broyage et l'enfouissage des tailles sont possibles si l'aspect parasitaire ne les contre-indique pas. La pratique du compostage est souvent signalée en utilisant des sous produits végétaux disponibles sur l'exploitation ou son voisinage. Ce compost est épandu en interligne.

Les sols et sous sols de verger n'ayant pas la richesse des sols de cultures légumières, il paraît important de les suivre analytiquement. De même un suivi des vergers par analyse foliaire serait à recommander, en particulier pour déceler les éventuels déséquilibres en éléments traces.

Enfin, l'exigence des cultures fruitières pour K et Mg est connue. Les sulfates de K et Mg sont utilisables.

### **Viticulture**

La limitation des rendements recherchée facilite quelque peu l'adaptation de la conduite du vignoble, tout au moins en terme de fertilisation. Les apports sont souvent inexistantes, à l'exception de compost si l'exploitant peut en faire, ou en trouver. La prédominance des problèmes de protection contre les parasites, occulte souvent les préoccupations liées au sol.

### **Conclusion**

Cette brève note ne prétend pas faire le tour de la question, ni se présenter en étude bibliographique. De ces quelques réflexions, on peut retenir :

- Le niveau de rendement dépend de la minéralisation de la matière organique qui apparaît comme la résultante de la succession culturale, de l'importance des résidus recyclés, y compris fumiers et composts et de la place des légumineuses. Les apports d'engrais organiques ne sont que des compléments sur productions bien valorisées.
- Les rendements des cultures exigeantes, comme les céréales, sont pénalisés par l'insuffisance de la nutrition azotée en début de cycle végétatif.
- Les exploitations en AB bénéficient souvent des réserves phosphatées du sol, mais peuvent les épuiser plus ou moins rapidement. Il en va de même pour les autres éléments K, Mg, S, Ca
- Il paraît indispensable pour le producteur de suivre l'évolution des teneurs de ses sols.
- Enfin, des expérimentations de longue durée devront être poursuivies afin de suivre comparativement les évolutions des sols et des compositions des cultures.

# La protection des cultures et ses particularités en agriculture biologique

Jean-Louis Bernard et Bernard Mauchamp  
Correspondants de l'Académie d'Agriculture de France

## Pourquoi protéger les cultures ?

L'Agriculture a pour finalité l'apport de toutes sortes de ressources pour assurer la vie des Hommes (culture de végétaux à des fins alimentaires ou textiles, élevage des animaux domestiqués...). On appelle production végétale l'ensemble des opérations nécessaires à l'obtention des ressources qui ont des plantes pour origine, depuis le semis jusqu'à la consommation.

Depuis les débuts de l'agriculture, l'homme-cultivateur a dû modifier le milieu pour installer ses cultures, créant pour cela le champ, zone de végétation relativement uniforme ou de nombreux organismes vivants (végétaux spontanés, micro-organismes, insectes, nématodes...) préexistants dans le milieu ou amenés avec les semences, trouvent aussi une aire de développement leur convenant ou une source de nourriture adaptée à leur régime.

La concurrence est donc un phénomène naturel intimement lié à la pratique même de la culture des végétaux. Elle existe quelle que soit la forme que revêt la production végétale, sous toutes les latitudes et dans tous les types de sol. Selon le climat et la manière de gérer le champ, certains de ces organismes vivants se développent fortement. Les végétaux spontanés, alors considérés comme des **adventices**, peuvent étouffer les semis mais, plus fréquemment, ils concurrencent l'espèce cultivée pour l'eau, la lumière, les nutriments. Certains insectes, acariens, nématodes ou rongeurs attaquent les végétaux cultivés à différents stades de développement : on les considère alors comme des **ravageurs**. Les champignons ou les bactéries qui trouvent sur la culture un substrat nutritif utile à la réalisation d'une partie de leur cycle biologique sont alors qualifiés de **parasites**. Lorsque cette concurrence est légère, elle ampute le rendement de quelques %. Plus généralement, l'effet négatif combiné des différents bioagresseurs soustrait au cultivateur plus de 50% du rendement potentiel. L'un ou l'autre d'entre eux, mais généralement les effets combinés de plusieurs de ces bioagresseurs peuvent quelquefois enlever plus de 90%, voire la totalité de la récolte espérée.

Par nature, le cultivateur est donc interventionniste. Même dans des agricultures traditionnelles, il est contraint de lutter contre les adventices par le labour ou le sarclage, de ramasser les grosses larves d'insectes, d'effaroucher les oiseaux qui pillent les semis ou attaquent les fruits à maturité, etc... Une fois la récolte faite, il doit encore prémunir ses greniers contre le prélèvement des rongeurs ou la pullulation des charançons.

Les méthodes de protection ancestrales sont, pour l'essentiel, basées sur la jachère labourée, le sarclage et la défense des stockages contre les animaux déprédateurs. Les méthodes modernes ont été initiées au cours du XVIIIe siècle européen (ex : chaulage des semences, nicotine contre les pucerons...) pour se déployer au milieu du XIXe siècle lorsqu'il a fallu se protéger de l'oïdium, des mildious, des très nombreux insectes transportés par le commerce transocéanique. Avec ces difficultés ont commencé l'emploi de fongicides, d'insecticides ou de rodenticides, l'introduction d'arthropodes auxiliaires, la mise au point de techniques comme le greffage de la vigne, le bassinage des serres, les pièges à insectes, etc...



Avec le temps et en particulier après 1950, la notion de protection des cultures et des denrées stockées a dépassé la stricte préservation quantitative (rendement des champs, tonnages entrée de silos...) pour concerner une longue série de critères qualitatifs. Ainsi, on cherche à éviter la présence de pourriture sur les raisins afin d'éviter les pertes de grains et de jus mais encore les faux-goûts et la casse oxydasique des vins. On essaie de réduire le dégât des chenilles qui forent les tiges ou les épis de maïs pour éviter la casse des tiges ou la chute des épis mais surtout, pour limiter l'apparition dans le grain ou l'ensilage des dangereuses mycotoxines des *Fusarium sp.*, etc.

Les premiers succès acquis en protection des cultures ont contribué à l'expansion des productions agricoles, en dépit d'une réduction de la paysannerie suite à l'exode rural. L'apparition de nouveaux métiers, comme celui de semencier, a aussi favorisé cet essor. La surface élémentaire des parcelles emblavées étant de plus en plus grande, la pression des ravageurs et des agents pathogènes a été de plus en plus marquée, d'où un besoin accru de protection.

La nécessité de protéger les cultures est aujourd'hui admise dans tous les pays du monde, quels que soient les systèmes de production végétale. Nous allons nous attacher dans un premier temps à en rappeler les modalités, à en décrire les difficultés et les limites.

## Les origines de la protection des cultures

Pendant longtemps les méthodes de protection ont été peu efficaces.

L'Histoire a gardé le souvenir d'années où la carie dévastait des blés devenus impanifiables, où la rouille noire grillait les céréales sur des superficies considérables au grand désespoir des populations. Lors des printemps humides, les adventices envahissaient les cultures, les maladies détruisaient le feuillage et parfois, on se bornait à faucher les céréales comme un fourrage pour les donner aux bestiaux.

Vers 1900, donc très près de nous, le conseil agronomique pour lutter contre les fléaux se résumait à peu de choses :

- **Choisir des variétés peu sensibles** aux maladies ou aux ravageurs dominants : un concept récent puisque apparu vers 1870 ;
- **Ramasser les nuisibles** pour les détruire : déjà, la Révolution Française avait consacré la première loi faisant de l'échenillage une obligation. Mais la collecte était aussi conduite lors de grandes opérations planifiées. Ainsi, en 1888, 23 tonnes de vers blancs, larves du hanneton commun, ont été ramassés sur la commune de Céaucé dans le département de l'Orne. En 1914, 98 kg de charançons, soit 1 400 000 adultes ont été récoltés sur 30 ha dans l'île d'Oléron... etc. En dépit d'une apparente efficacité, ces travaux impressionnants n'en avaient en fait aucune. La collecte s'est poursuivie jusqu'aux alentours de 1960 pour les nids de chenilles, les anthonomes, piérides, balanins, courtillères... De nos jours, on ramasse et on brûle dans les vergers les bois de taille envahis par les cochenilles ou les moniliooses ;
- **Piéger les ravageurs** à l'aide d'attractifs alimentaires, de bandes engluées... On conseillait parfois des pièges lumineux, forcément non sélectifs, l'utilisation de cultures leurres ou le double semis (ex : contre les altises du colza) ;
- **Réaliser des travaux manuels ou mécaniques** : comme le labour à la bêche pour extirper le chiendent ; le déchaumage, le labour, le hersage pour combattre adventices et ravageurs du sol ; le battage des grains au tarare à grande vitesse pour tuer l'alucite ; le nettoyage des semences pour éliminer les semences d'adventices, les sclérotés de l'ergot... etc.
- En cas de grandes difficultés, le conseil portait sur des **moyens radicaux** : changement des semences, modification des rotations, mise en jachère ou abandon temporaire de la culture ;
- Enfin, il était parfois possible pour l'agriculteur de recourir à certains **produits chimiques**.

En fait la seconde moitié du XIXe siècle a vu émerger plusieurs approches innovantes :

- l'emploi des **fongicides** né en Europe avec le développement du sulfate de cuivre pour le traitement des semences contre la carie, l'emploi du soufre en poudre contre les oïdiums (1850), de la bouillie bordelaise (1885) contre les mildious (vigne, pomme de terre, tomate), puis les tavelures...
- la mise au point des **premiers insecticides** aux USA (arsenicux) destinés d'abord à lutter contre des ravageurs introduits ; en Europe, on les utilisera pour se protéger du doryphore mais aussi de ravageurs indigènes (ex : carpocapse des pommes) ;
- la découverte de la capacité de certains **auxiliaires** pour juguler la pullulation de ravageurs introduits. Dès 1889, on utilise avec succès un insecte prédateur – la coccinelle *Rodolia cardinalis* – pour lutter contre la cochenille *Icerya purchasi* qui ravage les agrumes en Californie. Ce succès met en perspective ce qui sera plus tard qualifié de **lutte biologique**.
- La mise au point du désherbage sélectif des céréales (1896) au moyen du sulfate de cuivre, puis du sulfate de fer.

Toutes ces innovations vont connaître le succès mais montreront très vite leurs limites individuelles.

La **chimie minérale** sera discutée à cause de l'emploi de substances très agressives ou très toxiques : acide sulfurique, sulfure de carbone, acide cyanhydrique, dérivés du mercure, de l'arsenic, sels de baryum, de fluor... Les premiers produits dits naturels le seront presque autant : nicotine, goudrons, noix vomique... Pour la **lutte biologique**, l'engouement a été immense. Après les premiers succès, on a exploré les possibilités offertes par les champignons pathogènes d'insectes, les virus néfastes aux populations de rongeurs...etc. Mais des connaissances encore insuffisantes ont conduit à multiplier les échecs et même, à remettre en cause le principe. Les **travaux de sélection** destinés à créer des variétés résistantes ont aussi soulevé des écueils inattendus. Avec des variétés de vignes américaines résistantes à l'oïdium, on a introduit en même temps des maladies inconnues comme le mildiou, le black-rot... ainsi que le phylloxéra qui a détruit tous les vignobles européens. La tolérance à la rouille des premiers cultivars de blé tendre spécifiquement sélectionnés a été rapidement contournée par le champignon... Le **greffage** des vignes européennes sur des porte-greffes américains afin de lutter contre le phylloxera a fait l'objet de controverses épiques avant son acceptation, retardant la mise en place d'une technique qui ne s'est imposée que lorsque 80% du vignoble était déjà anéanti. Ces exemples montrent qu'une connaissance poussée de la physiologie végétale, de la biologie des bioagresseurs et du complexe hôte-parasite sont indispensables pour trouver des solutions. Le manque de connaissances a plus souvent conduit à des échecs qu'à des réussites, voire entraîné des catastrophes en supplément des fléaux que l'on voulait combattre.

Après 1945, l'apparition de nombreuses molécules de synthèse a été bien accueillie, à la fois par les agriculteurs et par les gouvernants. Tout en offrant de nombreuses solutions pour protéger les cultures, elles se substituaient souvent à des produits minéraux discutables. La lutte chimique qui s'est alors banalisée l'était le plus souvent sur un mode binaire : bioagresseur / solution chimique appropriée. Là encore, la réflexion n'était pas suffisamment globale pour conduire à un système durable<sup>2</sup>. Le coup de grâce porté à cette méthode l'a été avec les déboires consécutifs à l'emploi des insecticides organochlorés, famille chimique comprenant le premier insecticide de synthèse réellement efficace : le DDT. Son succès premier avait des raisons multiples. Tout d'abord son efficacité : dans les jours qui suivaient le traitement, les populations de ravageurs étaient presque totalement anéanties. Ensuite cette efficacité était visible sur un large spectre de ravageurs. Le DDT

---

<sup>2</sup> FOUGEROUX A., Les produits phytopharmaceutiques en agriculture. Evolution des concepts d'utilisation. Séance de l'Académie d'Agriculture de France, 13 février 2008.

avait des usages nombreux. Il a été utilisé aussi bien pour lutter contre les poux de l'homme et les puces que contre les hannetons ou le doryphore. Enfin, son coût était faible et son application facile. La mise en évidence des effets négatifs ne s'est faite qu'après plusieurs années d'usage : bioaccumulation dans les chaînes alimentaires, effets marqués sur de nombreuses espèces non cibles (faune auxiliaire, abeilles, oiseaux...), résistances, potentiel contaminant du sol et des milieux aquatiques... Le retrait du DDT et de la majorité des organochlorés a eu lieu au début de la décennie 1970. Mais les répercussions de ces retraits conditionnent encore aujourd'hui tout le secteur de la phytopharmacie.

Parmi les principales conséquences on doit rappeler :

- un encadrement réglementaire devenu de plus en plus contraignant, conduisant à développer l'écotoxicologie et un corpus d'études très conséquentes en préalable à toute demande d'autorisation de mise en marché ;
- une réorientation de la recherche privée et publique vers des produits à faible dose/ha qui soient à la fois moins toxiques, moins écotoxiques et moins persistants dans l'environnement ;
- la refondation des méthodes de défense des cultures avec des approches plus rationnelles (ex : lutte raisonnée), voire résolument plus globales (ex : agriculture raisonnée, protection et production intégrée...) ;
- le renforcement d'un courant de pensée qui, refusant toutes les formes de « chimie de synthèse » — engrais ou produits phytosanitaires — débouchera progressivement sur l'agriculture biologique...

## **Protéger les cultures : un exercice difficile**

Toute personne quelque peu attentive à l'environnement ne peut en ignorer la diversité, voire la complexité. Les paysages sont multiples de par la nature des sols, donc des plantes qu'ils supportent, lesquelles façonnent le monde animal. Ce qui s'observe au niveau des paysages, s'observe au niveau des écosystèmes agricoles. A leur échelle, la diversité reste grande, même si dans certaines régions, elle a été fortement réduite avec le remembrement, l'augmentation de la taille des parcelles, la suppression de nombreux éléments fixes du paysage (haies, bosquets, lisières...), la simplification des assolements.

### **1. Des bioagresseurs nombreux**

Tout végétal cultivé pour l'agriculture, l'horticulture ou l'ornement est soumis à la pression de nombreux antagonistes dont les plus communs sont des plantes adventices, des champignons ou des ravageurs, sans oublier les mammifères (petits rongeurs, lapins, sangliers...), les mollusques (limaces...), certains oiseaux (étourneaux, freux...), les nématodes, les bactéries ou les virus. Chacun de ces organismes interfère d'une manière qui lui est propre avec la culture aussi bien dans l'espace (fruit, racine, tiges, feuilles) que dans le temps (germination, croissance, fructification) et ce dans un environnement abiotique variable. La situation est complexifiée par la possibilité d'un nombre quasi infini de combinaisons, faisant de chaque agrosystème un cas unique. Les stratégies de protection des cultures sont donc complexes et difficiles à mettre en œuvre.

Les agents pathogènes responsables des **maladies** (champignons, bactéries, virus) sont cause de pertes quantitatives et qualitatives importantes au champ, lors du transport, à l'étalage ou au stockage. Certaines pathologies peuvent occasionner une perte totale de production, l'abandon de cultures, voire la quasi disparition de certaines plantes (ex : orme européen). Leur propagation par le sol, les résidus de récolte, les fertilisants organiques, l'eau, les mouvements de l'air, les animaux vecteurs... est généralement rapide et très souvent massive, rendant les mesures ponctuelles sans

intérêt et les interventions conduites après l'apparition des symptômes peu efficaces. Il existe des maladies ayant un spectre d'hôtes très diversifié. D'autres sont, au contraire, spécifiques. Pour les principaux agents pathogènes, les hôtes et les cycles de développement sont assez bien connus, ce qui permet d'élaborer des modèles prédictifs de dynamique pour planifier les interventions. Cela étant, certaines situations requièrent des mesures drastiques. C'est le cas par exemple du feu bactérien des rosacées, *Erwinia amylovora*, une des maladies les plus dangereuses pour les arbres fruitiers. Des végétaux d'ornement tels que *Berberis* et *Pyracantha* constituent des plantes hôtes à partir desquelles la recontamination des vergers par des insectes vecteurs peut se faire. Il a été imposé l'arrachage de ces arbustes dans les zones de cultures fruitières, ce qui a permis la suppression des foyers d'infestation non contrôlables. Des résultats spectaculaires, mais la prise de décision de ces mesures adéquates n'avait rien d'aisé !

Si, dans l'immensité du monde des insectes, les **ravageurs** des cultures et des denrées stockées ne correspondent qu'à un petit millier d'espèces, leur capacité de déplacement et leur potentiel de reproduction en font des ennemis redoutables. Certains insectes indigènes se manifestent de manière ordinaire chaque année sur les mêmes cultures (ex : altises), d'autres n'apparaissent que périodiquement à l'occasion de vols migratoires (ex : noctuelles diverses) ou d'évènements climatiques (ex : scolytes). La classe des insectes comprend aussi des prédateurs entomophages, des parasites ou des parasitoïdes d'autres insectes. S'ils ne sont pas détruits ou si on les favorise, ils réduisent les populations de ravageurs et sont alors considérés comme des auxiliaires. Le plus souvent, un ravageur est inféodé à un type de culture ce qui facilite alors le suivi de la dynamique de ses populations. A contrario, il se multiplie plus facilement si de vastes étendues d'une même culture lui offrent une très grande quantité de nourriture. Différentes espèces (ex : pucerons...) ont une grande mobilité qui leur permet de se déplacer vers des parcelles éloignées, rendant ainsi caduques les stratégies d'assolement.

Maladies et insectes sont parfois liés. Ainsi, la maladie de la sharka qui concerne la plupart des espèces fruitières à noyau est causée par un virus véhiculé d'arbre en arbre par les pucerons. Lorsqu'en 1970, la maladie a été découverte en France sur abricotier, cette détection a été suivie d'un arrachage immédiat du verger malade car les fruits étaient incommercialisables. Par contre, lors de la détection de cette même maladie sur les pêchers en 1971, la même attitude n'a pas été adoptée car les fruits, bien que de qualité médiocre, satisfaisaient aux « normes en vigueur ». Le manque de volonté politique, tel qu'on l'avait eu en 1960 face au feu bactérien et le manque de prise de conscience des arboriculteurs n'ont pas donné suite aux mises en garde de la Protection des Végétaux. Paul Bervillé écrivait en 1972 : « *Nous craignons que ces deux maladies – feu bactérien et sharka – qui affectent toutes les espèces fruitières, à l'exception du cerisier, aient dans les années à venir, une importance d'autant plus grande sur la production des espèces fruitières que les arboriculteurs ne seront pas convaincus de la gravité de ces maladies et que les moyens nécessaires ne seront pas mis à la disposition de ceux qui ont la responsabilité d'organiser la lutte contre ces fléaux* ». Quarante années plus tard, la situation est telle que quasiment tout le verger rhodanien est contaminé par la sharka et devra être arraché.

Les **adventices** représentent le troisième grand domaine de protection dont tous les agriculteurs se préoccupent. Ces « mauvaises herbes » se manifestent avec plus ou moins d'importance selon le climat, l'époque des semis, le précédent, la nature du sol, le stock semencier, le type de préparation des terres, etc... Il existe des cultures où la présence d'une végétation basse semée ou spontanée est souhaitée : cas des vergers de fruits à pépins, dans une moindre mesure certains vignobles ou vergers de fruits à noyaux. Mais dans tous les cas, elle doit être régulée (fauche, broyage...). Parmi les cultures annuelles, celles semées au printemps (maïs, betterave, pois...) sont particulièrement envahies en raison des levées dynamiques d'adventices à cette époque.

Actuellement, les méthodes de protection utilisées par l'AC – en grande partie reliées à l'emploi de produits phytopharmaceutiques – permettent de contrôler les principaux organismes nuisibles aux cultures. Parce qu'il est effectif, ce contrôle permet souvent de maintenir les populations de ravageurs (ex : hyponomeute du pommier), de parasites (ex : black-rot de la vigne) ou d'adventices (ex : chardon) à un niveau assez bas sur des territoires étendus. Ce qui atténue leur pression sur des parcelles qui ne seraient pas protégées et bénéficie directement aux cultures AB dont le statut « insulaire » rappelle les situations qui ont assuré les premiers succès de la lutte biologique. La protection des cultures AB n'aura de réalité que si la pression globale des bioagresseurs reste faible. Sur ces productions, il est impératif d'avoir un suivi très rigoureux et de pouvoir disposer de moyens d'intervention directe complémentaires efficaces et rapides. C'est particulièrement vrai avec les ravageurs émergents comme la chrysomèle du maïs *Diabrotica virgifera*, la mouche mineuse du poireau *Napozyma gymnostoma* ou la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Leur expansion actuelle est fulgurante et leur dégâts souvent très importants.

## 2. Mesures indirectes de protection et moyens de lutte directe

Qu'ils soient en AC ou en AB, les producteurs sont donc confrontés à ces différents problèmes. De quelles méthodes disposent-ils pour y faire face ?

En dehors de la période végétative des cultures pérennes ou avant la mise en place d'une culture (semis, plantation), tout agriculteur dispose d'un certain nombre de **mesures indirectes de protection** qui peuvent concourir à réduire l'impact des bioagresseurs en cours de culture<sup>3</sup>. Ces mesures sont strictement préventives et n'ont de valeur qu'appliquées avant que la pullulation des bioagresseurs ne soit enclenchée ou avant que des dégâts préjudiciables ne se soient produits. Elles comprennent :

- Des mesures appliquées à *l'espèce cultivée* ou à sa conduite pour favoriser son auto-défense : organisation de rotations longues et diversifiées, choix de variétés résistantes ou tolérantes, de semences ou de plants sains, dates de semis...
- Des mesures appliquées à *l'environnement de la plante cultivée* destinées à renforcer le végétal ou à rendre son infection plus difficile : travail du sol, drainage, nature et importance des fumures...
- Des mesures appliquées à *l'organisme à combattre en dehors de sa période de nuisibilité* afin d'en diminuer le potentiel néfaste : élimination des abris, des plantes relais ou des foyers primaires, destruction des reliquats de récolte, réduction des sources d'inoculum, aménagements paysagers pour favoriser la présence d'auxiliaires...

Ces mesures sont rarement suffisantes pour empêcher l'apparition des bioagresseurs lorsque le contexte agro-climatique leur est favorable. Par contre, elles sont de nature à retarder l'apparition des infestations ou en minimisent la virulence.

Durant la période de végétation, lorsque des constats (observation, modèles...) montrent que le développement des bioagresseurs crée une menace pour la culture, les agriculteurs disposent d'une palette de **moyens directs de protection** qui visent à éloigner ou à combattre directement des bioagresseurs précis. Ces moyens comprennent :

- Des *procédés physiques* de défense : effeuillage, capture, effarouchement, filets de protection, destruction par le travail manuel ou mécanique, le feu, la chasse...
- Des *procédés biologiques* de défense : lâchers d'auxiliaires spécifiques, traitements à l'aide de bactéries ou de champignons antagonistes...

---

<sup>3</sup> BERNARD J.-L., BUGARET Y., La prophylaxie et les méthodes de lutte indirecte en protection des cultures. 2<sup>ème</sup> Conf. Inter. sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux. AFPP, Lille, 4-7 mars 2002.

- Des *procédés chimiques* de défense visant précisément l'organisme combattu *en période de nuisibilité* : fongicides, insecticides, herbicides, piégeage de masse, confusion sexuelle, répulsifs...

La **combinaison cohérente et judicieuse** de mesures indirectes de protection bien choisies et de moyens de lutte directe appropriés est aujourd'hui considérée comme la meilleure voie capable de donner aux systèmes de protection une efficacité à moyen et long terme tout en garantissant la durabilité des systèmes de production.

## Caractéristiques actuelles de la protection en AB

Puisque les cultures biologiques ou conventionnelles sont soumises à l'action négative des mêmes bioagresseurs, qu'est ce qui différencie en pratique leur système de protection ?

Un premier élément concerne l'utilisation qui est faite des mesures indirectes de protection. Bien qu'à la disposition de tous les agriculteurs, il est certain que ces mesures sont **plus largement utilisées en AB** où les besoins de protection ont entraîné leur meilleure intégration dans les itinéraires culturaux. Ce qui ne veut pas dire que ces mesures soient ignorées en AC. Mais l'expérience montre que parmi les techniques reconnues dans ce domaine, celles perçues comme coûteuses ou très contraignantes sont en général peu pratiquées, voire ignorées dans les cultures conventionnelles (ex : rotations longues, sarclage).

Un deuxième élément, par contre, rapproche les systèmes AB et AC : la **nécessité de disposer d'une palette de moyens pour l'intervention directe**. Quelle que soit la pertinence des mesures indirectes adoptées, l'un ou l'autre des bioagresseurs potentiels de la culture se manifeste en général durant la période végétative. Même en usant des outils modernes de prévision des risques (ex : bulletin de santé végétal, observation planifiée, modèle informatique couplé à une station météorologique...), le recours à une lutte directe est alors inévitable si on veut éviter la survenue de dégâts qui peuvent rapidement devenir considérables.

Arrivés à cette étape, c'est dans la philosophie des moyens considérés comme acceptables que les systèmes AB et AC divergent.

Le système conventionnel accepte tout moyen de protection reconnu efficace, économique, doté d'une AMM et susceptible d'être activé avec des efforts raisonnables. Ce socle est à peu près intangible depuis les 50 dernières années, bien que l'obligation de disposer d'une AMM ait été petit à petit étendue à la quasi-totalité des catégories de moyens de lutte directe. Aujourd'hui, un insecte auxiliaire doit avoir fait l'objet d'une autorisation officielle pour pouvoir être commercialisé. La prise en compte progressive des milieux naturels a dynamisé la protection raisonnée, relancé l'intérêt pour la protection intégrée tout en attirant l'attention sur l'amélioration nécessaire de certains paysages ruraux. Le retrait de la plupart des anciens produits chimiques a ouvert les portes à une pharmacopée nouvelle, composée de substances à la fois moins toxiques et moins préjudiciables pour l'environnement. La manière d'employer ces nouvelles spécialités a aussi profondément changé au point que « l'agriculture intensive » souvent dénoncée par le passé devient de plus en plus marginale comme l'a signalé une récente étude de l'INRA<sup>4</sup>.

En comparaison, la protection des cultures AB évolue plus lentement, parfois touchée elle aussi par le retrait de substances anciennes et souffrant d'un choix encore exigü quant aux moyens jugés acceptables pour la lutte directe. Certaines de ses caractéristiques méritent d'être signalées.

---

<sup>4</sup> INRA. Rapport d'étude Ecophyto R&D, janvier 2010.

## 1. Restrictions volontaires et blocage conceptuel

Dès les années 1960, l'agriculture biologique naissante s'est imposée de **très fortes restrictions** quant à la possibilité donnée à ses agriculteurs d'employer des **substances organiques obtenues par synthèse** afin de contenir les bioagresseurs. L'argument principal était la protection du milieu naturel contre des effets indésirables qu'une écotoxicologie balbutiante tentait alors de mieux cerner. Au fil du temps, le maintien de cette position a conduit à un véritable **blocage conceptuel**.

Le système AB semble en effet s'être développé comme en opposition avec le système de production dominant, dit conventionnel (AC). Bien que privilégiant les mesures indirectes de protection, il ne récuse cependant pas les traitements d'intervention directe sur les cultures, pas plus que la chimie. Son refus se limite aux substances actives obtenues par synthèse et aux organismes génétiquement modifiés. Au fil du temps, ce rejet est même devenu un étendard pour la filière AB dont le discours public et la communication marketing tendent à capter dans son entièreté le terme « biologique » et à diaboliser les moyens de protection (mais aussi de production) de l'agriculture non-bio, qu'elle soit « conventionnelle », « raisonnée » ou « intégrée ». Dans le contexte présent, il existe même une recherche d'appropriation des notions liées à la durabilité.

Si le souhait de mieux protéger l'environnement pouvait facilement être expliqué à l'époque des anciens organochlorés, le même discours devient aujourd'hui de plus en plus difficile à défendre au plan scientifique en raison de l'amélioration constante des profils toxicologique et écotoxicologique des SA modernes, certaines présentant même des niveaux de sécurité supérieurs à certaines SA de la pharmacopée AB. Un retour à court terme vers des concepts plus scientifiques reposant sur des critères objectifs d'appréciation du danger (critères admis en toxicologie pharmaceutique) et l'évaluation d'une balance bénéfice-risque par des instances impartiales est peu probable.

Au plan politique, certains mouvements d'idées, généralement plus citoyens que ruraux, mènent avec les mêmes arguments un lobbying qui vise à discréditer les produits de l'agriculture conventionnelle, en particulier sur des critères de qualité nutritionnelle et de présence de résidus pesticides.

## 2. Contraintes réglementaires

La seconde difficulté est d'ordre **réglementaire**.

En France, depuis la Loi d'Orientation Agricole N°80-502 du 4 juillet 1980 et le décret N°81-227 du 10 mars 1981, l'agriculture biologique est entrée dans une logique de filière, dotée d'un cahier des charges enregistré auprès des autorités, vérifié par des organismes certificateurs (ex : Ecocert). Elle a ensuite obtenu le droit de revendiquer un logo AB<sup>5</sup>.

Des démarches de même nature ont été entreprises dans d'autres pays européens qui se sont dotés de leur propre réglementation d'*organic farming*, assise le plus souvent sur des textes nationaux qui diffèrent d'un pays à l'autre. Si les grands principes restent voisins, il y a donc aujourd'hui en Europe une véritable nébuleuse de systèmes de production bio, tous bâtis en opposition avec le modèle AC dominant.

Au niveau de l'Union Européenne, l'*organic farming* a d'abord reposé sur le **Règlement (CEE) n° 2092/91 du Conseil, du 24 juin 1991**, concernant le mode de production biologique de produits agricoles et sa présentation sur les produits agricoles et les denrées alimentaires (cf. Journal officiel n° L 198 du 22/07/1991 p. 0001-0015). Le texte initial prévoit que « *la lutte contre les parasites, les maladies et les mauvaises herbes est axée sur l'ensemble des mesures suivantes : choix d'espèces et de variétés appropriées, programme de rotation approprié, procédés mécaniques de culture,*

<sup>5</sup> Voir la brochure « Produit Bio – Mode d'emploi – AB agriculture biologique » - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Février 2001.

*protection des ennemis naturels des parasites par des moyens adéquats (par exemple haies, nids, dissémination de prédateurs), désherbage par le feu* ». Ce règlement était assorti d'une annexe II comportant une liste de produits ne devant intervenir qu'en cas de danger immédiat menaçant la culture. Cette liste a été modifiée depuis lors à plusieurs reprises.

Depuis le 1er janvier 2009, le règlement (CE) n°834/2007 a remplacé le règlement (CEE) n°2092/91 modifié. Il est complété par le règlement (CE) n°967/2008 qui reporte au 1er juillet 2010 la date d'application relative aux nouvelles indications obligatoires pour les produits biologiques. Enfin, le règlement CE n°889/2008 (articles et annexes) en définit les principales modalités d'application. Ce nouveau règlement, fort critiqué par les détenteurs du logo franco-français AB, va obligatoirement impacter le cahier des charges national.

Il est vraisemblable qu'à terme de 3 à 5 ans, les différents systèmes d'agriculture biologique pratiqués en Europe se rapprocheront. En revanche, il est hautement probable que l'on verra de façon concomitante se développer des groupements de producteurs pratiquant des formes de surenchère « mieux que le bio officiel » destinées à se démarquer sur la base des restrictions les plus extrêmes. Se posera, alors, le problème de la fiabilité des contrôles !

### **3. Etat des connaissances en matière de méthodes de lutte**

Comme tout système de production, la culture biologique est soumise à l'état des connaissances disponibles en matière de méthode de lutte. Chaque bioagresseur possède un ensemble de caractéristiques propres qui déterminent son potentiel de nuisibilité. Si la connaissance de ces caractéristiques est indispensable pour un pilotage effectif des nuisibles, elle évolue relativement lentement et n'est pas toujours suffisante pour permettre la mise en place de méthodes comme la lutte biologique.

D'autre part, l'ensemble des systèmes de protection souffre de la faiblesse des références expérimentales relatives aux **mesures indirectes de protection**. En effet, ce thème a peu mobilisé la recherche au cours des décennies écoulées car, lié aux pratiques de terrain, il nécessite des protocoles pluriannuels lourds, peu favorables à la réalisation rapide de nombreuses publications. Faute d'une appréciation rigoureuse du niveau effectif de leur performance, la plupart de ces mesures sont peu portées par le conseil classique en raison des risques d'échec qu'elles comportent et des suites judiciaires qui pourraient en résulter pour le conseiller... Leur étude connaît actuellement un certain renouveau, en particulier avec l'impulsion de l'ITAB.

Cette carence n'empêche cependant pas les autorités et/ou les professions agricoles d'y avoir recours... Citons les mesures autoritaires de rupture de rotation destinées à prévenir l'extension de *Diabrotica virgifera* dans les zones de monoculture de maïs ou les incitations données par les bulletins d'avertissement agricole pour l'élimination des déchets de récolte favorisant l'apparition précoce du mildiou dans les zones de production de pommes de terre, etc.

Dans tous les cas, la protection des cultures en AB nécessite de repenser totalement les parcours cultureux de façon locale (région, voire exploitation). Ses schémas sont de nature à imposer une observation soigneuse des cultures et un nombre accru d'interventions sur le terrain, allant dans le sens d'une augmentation du temps de travail ou, à main d'œuvre égale, d'une limitation des surfaces cultivées.

### **4. Etat des ressources disponibles pour l'intervention directe**

L'un des fondements de l'AB repose donc sur la non utilisation de produits chimiques de synthèse. Ce principe a été rigoureusement traduit dans le cahier des charges de l'agriculture



biologique, avec quelques exceptions : le métaldéhyde anti-limaces jusqu'à une période récente et l'emploi de pyréthrinoïdes de synthèse pour la confection de pièges à insectes.

L'exclusion des produits de synthèse va très loin puisque même les expérimentations comparant moyens classiques et solutions AB doivent être encadrées par des organismes certificateurs comme Ecocert<sup>6</sup>. Les demandes de dérogation doivent être adressées à Ecocert lorsque la dérogation est prévue par le règlement CE N° 834/2007 complété par les cahiers des charges nationaux pour les productions non couvertes par la réglementation européenne.

Des dérogations accessibles pour la production AB existent dans différents domaines de l'agriculture (en particulier semences et plants). Elles ont été parfois sollicitées dans des circonstances considérées comme « exceptionnelles », en particulier lors de très fortes années à mildiou, afin de permettre l'emploi de fongicides de synthèse destinés à sauver des parcelles menacées par ces maladies.

La liste positive des produits utilisables qui figurait dans le premier cahier des charges n'a – à notre connaissance – pas été renouvelée. Une nouvelle version serait en préparation pour 2010.

→ Le document en annexe à la présente note propose une synthèse relative à la pharmacopée utilisable en situation ordinaire.

Jusqu'à une époque récente, l'évolution réglementaire a été préoccupante pour la pharmacopée AB. A l'interdiction déjà ancienne de la nicotine, à la faible dynamique des fabricants de fongicides ou d'insecticides biologiques, s'ajoutait la non-inscription à l'Annexe 1 de substances comme le permanganate de potassium (radié le 30/09/08 avec effet au 30/03/10) et surtout la roténone (radiée le 10/04/08 mais utilisable grâce à des dérogations jusqu'en octobre 2011) qui est le principal insecticide de la pharmacopée AB. D'autre part, les producteurs se sont alarmés devant le retrait de différentes solutions potentiellement utilisables à base de microorganismes ou d'extraits de plantes, faute d'efficacité reconnue, de soutien des industriels en vue d'une inscription sur la liste positive européenne ou plus simplement... de marché. Le statut de l'azadirachtine ou huile de neem (insecticide interdit en France, mais figurant au cahier des charges bio dans certains pays de l'UE) reste toujours en discussion. D'autres discussions sont en cours pour aider au maintien sur le marché de certaines huiles essentielles (agrumes, pin...), de la plupart des résines naturelles, de certains extraits de plantes, du savon mou...

Cependant, les AMM récentes accordées en France pour des solutions utilisables à la fois en AB et en AC sont relativement nombreuses :

- depuis 1995, près de 50 insectes auxiliaires ont été régulièrement inscrits sur les listes ;
- quelques fongicides issus de champignons (*Coniothyrium minitans* = anti-sclérotinia, depuis 1999), de bactéries (*Bacillus subtilis* = anti-botrytis, depuis 2005), de SDN<sup>7</sup> extraits d'algues (laminarine) ou de végétaux supérieurs (extrait de fenugrec = anti-oïdium de la vigne)...
- un insecticide majeur extrait de bactéries, le spinosad (depuis 2006).

Hormis le cas du spinosad qui compense un grand manque dans la pharmacopée AB, la plupart de ces moyens nouveaux ne répondent qu'à des problèmes d'importance secondaire, ne pouvant se substituer aux grands standards utilisés pour la protection de base des cultures. Bien souvent le manque d'efficacité et l'instabilité de ces molécules exigent des passages fréquents dans les parcelles (ex : pyréthrinés). Leur coût est bien souvent très supérieur à celui des substances utilisées en AC.

---

<sup>6</sup> Voir à ce sujet fiche N°7 in [www.ecocert.fr/IMG/pdf/fiche7a3.pdf](http://www.ecocert.fr/IMG/pdf/fiche7a3.pdf)

<sup>7</sup> Stimulateur des Défenses Naturelles : substance aux propriétés assimilables à un fongicide.

Au 8 décembre 2009, la France vient de prendre un **arrêté sur les préparations naturelles peu préoccupantes à usage phytopharmaceutique**, dites PNPP. Ce texte instaure une procédure dite simplifiée pour faciliter la mise en marché de *préparations naturelles*, élaborées exclusivement à partir d'un ou plusieurs éléments naturels non génétiquement modifiés et pouvant être obtenues par un procédé accessible à tout utilisateur final. Ce dispositif aidera sûrement à compléter la panoplie des moyens de lutte directe en AB mais il est trop tôt pour juger de son utilité ou de l'efficacité des nouveaux moyens.

## Les pratiques de protection directe en agriculture biologique

Les pratiques de protection phytosanitaire des cultures biologiques sont sujettes à des appréciations très contrastées.

### 1. Caractéristiques principales

En règle générale, on doit considérer qu'un des avantages de l'AB est le **non emploi des herbicides**. Aucun ne figure dans les cahiers des charges et de gros efforts sont consentis par la filière pour multiplier les passages d'outils entre deux cultures, développer le sarclage mécanique sur les cultures en ligne traditionnelles (maïs, pomme de terre...) et même les céréales (emploi de la herse étrille). Si l'on écarte les bilans énergétique et carbone de ces pratiques et les possibilités d'une érosion accrue, il est certain que le non emploi des herbicides est de nature à réduire la détection des substances de ce type dans les eaux de nappe et les eaux profondes.

Outre cette constante, une approche simple de l'emploi de moyens directs de lutte sur le terrain montre un faciès variable selon les cultures :

Tab. 1 - Les grandes orientations de la démarche AB en matière d'emploi des produits phytopharmaceutiques.

Emploi des...	...herbicides	...fongicides	...insecticides	...régulateurs	... molluscicides
Blé tendre AC	Régulier, de l'ordre de 2 à 3 tt/an	Ordinaire. De 1 à 3 tt/an selon régions et objectifs de rdt	Occasionnel.	Assez fréquent. 1 tt/an si utilisé	Très variable selon les années
Blé tendre AB	0	Généralement 0	0	0	Très variable selon les années
Maïs conso & ensilage AC	Régulier, de l'ordre de 2 à 3 tt/an	Généralement 0	De 0 à 2 tt/an selon infestation de pyrale ou sésamie (trichogrammes)	0	Très variable selon les années
Maïs conso & ensilage AB	0	0	0 à ε (trichogrammes)	0	Très variable selon les années
Pomme de terre AC	Régulier, de l'ordre de 1 à 2 tt/an	Ordinaire. De 4 à 15 tt/an selon la pression du mildiou	1 à 3 traitements	0	Peu fréquent
Pomme de terre AB	0	Ordinaire. De 4 à 15 tt/an selon la pression du mildiou	1 à 3 traitements	0	Peu fréquent
Colza AC	Régulier, de l'ordre de 2 à 3 tt/an	Occasionnel : 1 voire 2 tt/an si utilisés	Régulier : 1 à 3 tt/an	Occasionnel	Assez fréquent
Colza AB	0	0	Occasionnel ??	0	Assez fréquent
Pommier AC	Assez fréquent sur le rang (1-2 tt/an)	Régulier > 10 tt/an	Régulier > 5 tt/an	Régulier en général 1 tt d'éclaircissage	0
Pommier AB	0	Régulier > 10 tt/an	Régulier > 5 tt/an	0 ????	0
Vigne AC	Assez fréquent, essentiellement sur le rang (1-2 tt/an)	Régulier, de l'ordre de 5 à 10 tt/an	Régulier, de l'ordre de 2 à 4 tt/an	Très rare	0
Vigne AB	0	Régulier, de l'ordre de 5 à 10 tt/an	Régulier, de l'ordre de 2 à 4 tt/an	0	0

Si on constate que les grandes cultures AB voient rarement passer le pulvérisateur, cela n'est pas le cas en arboriculture et en viticulture. Quel que soit le système de production, les traitements sont nombreux sur ces cultures sensibles aux maladies et aux ravageurs.

Dans certaines situations, comme la lutte contre les cicadelles en viticulture, le refus des insecticides de synthèse s'est traduit sur les parcelles AB par une multiplication des traitements en raison de la faible efficacité de la roténone.

## 2. Etudes comparatives

Il existe assez peu d'études permettant de comparer côte à côte les pratiques de protection des cultures AB et AC. Beaucoup de travaux déjà anciens visent d'abord à appréhender les résultats en termes de rendements et de qualité, beaucoup plus qu'à comparer des volumes d'intrants et des stratégies précises destinées à optimiser l'emploi des moyens de lutte en fonction des réalités climatiques de l'année.

En France, pour l'arboriculture fruitière, on connaît par exemple les travaux de Reigne & al. (CIREA 47), conduits entre 1993 et 1997 sur les variétés de pommiers Smoothie (sensible à la tavelure) et Baujade (résistante à la tavelure) dans le sud-ouest<sup>8</sup>. Les essais 1997 comparaient un système intégré à un système agrobiologique avec pratique de la confusion sexuelle contre le carpocapse et piégeage massif de la zeuzère dans les deux cas afin d'éviter les insecticides. La comparaison n'a pas montré de différences qualitatives remarquables à la récolte mais des chutes de rendement avoisinant ou dépassant 50% du tonnage dans les parcelles AB. Le nombre de traitements et le tonnage des substances actives appliquées figurent dans le tableau 1 suivant :

Tab. 2 - Nombre de traitements et quantités appliquées dans les essais CIREA 47 des années 1997 et 1998.

Traitements 1997	Variété Baujade		Variété Smoothie	
	Production intégrée	Production biologique	Production intégrée	Production biologique
Nb de traitements	8	9	17	14
Quantités apportées (g/ha)	16345 g	75930 g	21967 g	90865 g
Traitements 1998				
Nb de traitements	8	9	16	28
Quantités apportées (g/ha)	1710 g (remplacement du captane par un QOI)	85200 g (dont 2 purins de fougères comptés à 0 g/ha)	7884 g (remplacement du captane par un QOI)	> 171130 g (dont 3 purins de fougères + argile comptés à 0 g/ha)

Ces résultats expérimentaux sont intéressants à considérer à la lumière de la récente enquête conduite par l'INRA dans la vallée du Rhône (Sauphanor & al., 2009)<sup>9</sup>. On y retrouve des tendances déjà observées dans les essais du CIREA : passages réguliers quel que soit le système de production, quantités apportées importantes liées à la nature des fongicides minéraux (soufre, cuivre en AB) ou de synthèse (soufre, captane, mancozèbe... en AC), traitements à base d'huile plus fréquents en agrobiologie.

Les mêmes observations que celles du CIREA se retrouvent dans les résultats de récolte quantitatifs, seuls analysés ici. Les auteurs de l'INRA soulignent la fragilité du système de production bio en regard des bioagresseurs : peu de produits disponibles, nécessité de passages répétés (Tab.3)... Ils insistent sur le fait que les résistances ne sont pas plus maîtrisables en AB qu'en AC et

<sup>8</sup> REIGNE & al., Revue Fruits et Légumes N°161, mars 1998 ; N°169, déc. 1998.

<sup>9</sup> SAUPHANOR B., SIMON S., & al. Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. Innovations agronomiques (2009) 4, 217-228.

que des effets négatifs sur la faune auxiliaire sont constatés des deux côtés. L'apparition de formes résistantes est fortement favorisée par l'emploi exclusif d'une seule matière active. Même l'emploi d'un produit biologique comme le virus de la granulose (autorisé pour AB et AC) n'a pas permis d'éviter ce phénomène comme c'est malheureusement le cas dans de nombreux vergers depuis 2006<sup>10</sup>.

Tab. 3 - Traitements phytosanitaires et production sur un échantillon de vergers en basse vallée de la Durance (parcelles de pommiers du site atelier 13, année 2006)

Type de verger (n)	Insecticides (n)	Fongicides (n)	Total (n)	Passages de pulvérisateur	Quantité de matière active /ha	Rendement (t/ha)
Conventionnel (26)	14,2	11,3	28,4	17,3	37,2	34,4
Confusion (14)	9,2	12,4	24,9	14,6	40,8	39,1
Biologique (7)	15,7	12	29,9	24	92,1	24,4

### 3. Le cas particulier du cuivre

L'emploi des sels de cuivre en agriculture est régulier depuis le milieu du XIXe siècle. Il a été massif entre 1890 et 1950 pour lutter contre le mildiou de la vigne avant de décroître lors de l'introduction des premières familles d'anti-mildiou de synthèse (dithiocarbamates et phthalimides). Cette décroissance n'a guère touché la filière bio pour qui le cuivre demeure un fongicide « naturel » incontournable. Dans l'état actuel de la pharmacopée AB, il est clair que l'ensemble des vignobles bio sortirait de la filière si le cuivre venait à être interdit.

Or, ce grand produit est menacé. En particulier à cause des risques liés à son accumulation dans les horizons supérieurs du sol et de risques de toxicité chronique qui jusqu'à présent n'étaient pas pris en compte. Un sol naturel contient de 2 à 60 mg de Cu/kg mais les sols viticoles acides dépassent souvent les 200 mg/kg<sup>11</sup>. Ces concentrations élevées ralentissent la vie microbienne, dépriment les populations de vers de terre, perturbent la végétation herbacée. Elles peuvent occasionner des situations de non levée sur des blés semés derrière une ancienne vigne, empêcher la pousse des arbres fruitiers ou même des jeunes plants de vigne installés sur le même terrain. D'autre part, une large partie du cuivre appliqué en pulvérisation est évacué par le ruissellement des pluies vers les cours d'eau<sup>12</sup> où il peut exercer un effet négatif sur les algues par exemple. Il n'est généralement jamais recherché dans les études sur les contaminants « pesticides »<sup>13</sup>.

Les doses applicables ont donc été réduites par voie réglementaire

En viticulture, les anciennes doses anti-mildiou faisaient intervenir des quantités de l'ordre de 2000 à 5000 g/ha de Cu métal par traitement ! L'homologation actuelle des principales spécialités porte sur des quantités de cuivre métal par traitement de l'ordre de 1200 à 1500 g/ha. Les quantités totales autorisées par ha et par an ont été d'abord ramenées à un total de 8000 g/ha/an, puis à 6000 g/ha/an en 2005. Les vignobles biologiques des deux pays voisins, Espagne et Italie, ne disposent à ce jour d'aucune réglementation restreignant l'usage des sels de cuivre.

<sup>10</sup> SAUPHANOR B., BERLING M., TOUBON J.-F., REYES M., DELNATTE J., ALLEMOZ P., Carpacap des pommes en vergers AB du Sud-Est, cas de résistance au virus de la granulose. Phytoma/LDV, n°590, pp 24-27, février 2006.

<sup>11</sup> INRA Presse info – Octobre 2000 <http://www.inra.fr/Internat/Directions/DIC/PRESSE/oct00/nb2.htm>

<sup>12</sup> BRUN L., Etude de l'accumulation, de la biodisponibilité et de la phytotoxicité du cuivre dans les sols viticoles de l'Hérault, Thèse de doctorat n° 98 NSAM 0021, année 1998.

<sup>13</sup> De même, nous considérons comme une anomalie que la recherche du cuivre ne soit pas réalisée dans la majorité des études sur les résidus dans l'alimentation, qu'il s'agisse des produits eux-mêmes (raisins, tomates...) ou des produits après transformation (jus de fruits, vins...).

Sur le mildiou des pommes de terre, les essais du Service de la Protection des Végétaux<sup>14</sup> ont montré toute la difficulté d'une réduction drastique des doses de cuivre sur une maladie dont le développement est parfois explosif.

Pour analyser les pratiques en France, une enquête a été récemment réalisée par la filière AB pour la viticulture, l'arboriculture et les légumes<sup>15</sup>. Les observations faites pour la vigne et les pommes de terre de consommation (non primeur) sont rassemblées dans le tableau suivant :

Tab. 4 - Résultats de l'enquête ITAB 2009 pour deux cultures majeures.

	Enquête viticulture Toutes régions		Enquête pomme de terre	
	185 réponses	174 réponses	139 réponses	139 réponses
	Années à forte pressions de mildiou	Années à faible pressions de mildiou	Années à forte pressions de mildiou	Années à faible pression de mildiou
Qté minimum de Cu par tt (traitement)	10	0	500	350
Qté maximum de Cu par tt	1500	1200	3200	1500
Qté moyenne de Cu par tt	437-616	439-505	1019	625
Nb minimum de tts / an	3	0	3	1
Nb maximum de ts / an	30	12	12,5	9
Nb moyen de traitements / an	9-12	5-7	9,9	4,2
Qté minimum de Cu/ha/an	720	0	6000	1500
Qté maximum de Cu/ha/an	12000	5000	9600	3500
Qté moyenne de Cu/ha/an	<b>4305-6327</b>	<b>2315-3649</b>	<b>7939</b>	<b>3305</b>

La réinscription du cuivre à l'annexe I de la Directive Européenne 91/414/CEE a été assortie de recommandations visant à limiter ses effets sur l'environnement (sol, animaux). En France, c'est l'AFSSA qui est chargée d'émettre un avis<sup>16</sup> sur des conditions d'utilisation acceptables d'un point de vu environnemental et écotoxicologique. En première analyse, il semble qu'une quantité totale maximum de 4000 g/ha/an apparait seule tolérable, avec des réserves notables.

Au vu de l'enquête ITAB (Tab.4), l'opinion de cet institut est que la dose de 4 kg/ha/an de Cu métal ne permet pas de produire du raisin bio tous les ans dans toutes les régions viticoles françaises, pas plus que des pommes de terre, des tomates, des oignons, des pêches ou des pommes biologiques.

Affaire à suivre.

#### 4. Des lacunes pénalisantes pour la protection des cultures AB

Dans le contexte réglementaire qui est celui de l'AB, l'évolution naturelle du parasitisme et les introductions inévitables de nouveaux bioagresseurs représentent une succession de défis que la filière s'efforce de surmonter. Quelques exemples :

La protection des semences de céréales contre les maladies est une pratique ancienne. Depuis plus de 150 ans, la technique s'est régulièrement améliorée pour parvenir à un niveau élevé de sophistication permettant de couvrir la quasi-totalité du complexe parasitaire, tout en utilisant de moins en moins de substance fongicide par quintal de semences. Parmi ces parasites, la **carie commune**

<sup>14</sup> DUBOIS L., DUVAUCHELLE S., Lutte contre le mildiou en agriculture biologique. Essais de traitements fongicides « bios ». Phytoma/LDV, n°575, pp 21-23, octobre 2004.

<sup>15</sup> JONIS M., Usage du cuivre en agriculture biologique- Résultats d'enquête. ITAB, septembre 2009.

<sup>16</sup> Voir à ce sujet : [www.afssa.fr/Documents/DIVE2008sa0335.pdf](http://www.afssa.fr/Documents/DIVE2008sa0335.pdf)

**du blé** (*Tilletia caries* ou *Tilletia foetida*) est banale et connue de longue date. Son pouvoir de propagation est élevé et ses dommages peuvent être considérables. En cas de forte attaque, la récolte altérée devient non panifiable. Les traitements de semences, ordinaires en AC, ont « gommé » depuis un demi siècle ce souci autrefois majeur. Le non recours à ces méthodes s'est traduit par des flambées de la maladie dans d'assez nombreuses parcelles AB<sup>17</sup>. Les sels de cuivre ont une certaine efficacité sur le parasite mais bien souvent, les semences de ferme AB ne sont pas enrobées avec cette substance, d'où la recrudescence actuelle de la carie qui devient un problème majeur pour la filière, à la fois pour le blé mais encore l'épeautre, l'engrain, le blé dur et le triticale. A noter que l'enrobage au cuivre ne protège pas contre d'autres parasites tels que les charbons ou l'helminthosporiose de l'orge.

Signalée dans le vignoble français au début des années 50, la cicadelle *Scaphoideus titanus* a été à l'origine de flambées de **flavescence dorée**. Classée maladie de quarantaine, cette affection due à un phytoplasme transmis par l'insecte cause de très gros dégâts pouvant aller jusqu'à la mort des souches. Par arrêté du 1er avril 1994, la lutte a été rendue obligatoire dans les vignobles infestés, y compris au moyen de traitements aériens conduits par la Protection des Végétaux, d'où de nombreux litiges avec des viticulteurs AB qui craignaient de perdre leur label. A partir de 1995, la roténone a été utilisée en AB pour contrôler *S. titanus*<sup>18</sup>. Mais la faible efficacité du produit conduisait à multiplier les interventions, ce qui n'était pas sans risque pour l'entomofaune auxiliaire<sup>19</sup>. La récente AMM de nouvelles formulations de pyréthrinés naturelles pourrait améliorer cette situation.

Le **pêcher** est une espèce fruitière fragile doit être activement protégée contre la maladie de la cloque. Cette opération, qui nécessite plusieurs traitements répartis entre la chute des feuilles, le débourrement et l'étalement des premières feuilles consomme la quasi-totalité de l'allocation annuelle en cuivre, seul fongicide utilisable pour cet usage en AB. Outre qu'une protection fongicide est parfois nécessaire en saison sur d'autres cryptogames, les producteurs doivent faire face en fin de cycle à de nombreuses maladies de conservation extrêmement liées à la climatologie. Pour le pêcher AB, elles sont perçues à elles seules comme un obstacle majeur à l'expansion d'une production qui tend à stagner et ne représentait que 210 ha en 2000<sup>20</sup>. Il en est de même avec les **insectes du colza** (altises, charançons, méligèthes...) ou des **protéagineux** (sitone, bruche...) dont la très forte concurrence constitue, aujourd'hui comme avant la seconde guerre mondiale, un des freins principaux à l'extension d'une production AB.

---

<sup>17</sup> Voir à ce sujet : [www.itab.asso.fr/programmes/carie-ble.php](http://www.itab.asso.fr/programmes/carie-ble.php)

<sup>18</sup> CHARAYRON B., La flavescence dorée dans les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. Phytoma/LDV, n°496, pp 21-22, juillet-août 1997.

<sup>19</sup> AVERSENQ S., Choix des produits phytosanitaires en verger en 2007. Phytoma/LDV, n°603, pp 33-37, avril 2007.

<sup>20</sup> ITAB. Le contrôle des maladies du pêcher en agriculture biologique. Fiche technique 2002.

**Annexe** (voir pièce jointe)

**Annexe** (voir pièce jointe)



**Annexe** (voir pièce jointe)

# Les résidus de substances utilisées pour la protection des cultures dans les aliments issus de l'agriculture biologique

Jean-Louis Bernard

Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

## Les résidus de substances actives utilisées pour la protection des cultures

Avant toute autorisation de mise sur le marché (AMM), une substance active (SA) utilisable pour la protection des cultures fait l'objet d'études précises qui conditionnent l'obtention de cette autorisation.

Parmi ces études, certaines concernent la présence des résidus qui subsistent sur les végétaux protégés. Tout demandeur d'une autorisation doit donc fournir par culture et par usage un dossier complet qui précise les techniques d'application et les doses d'emploi envisagées, la nature des produits de dégradation (métabolites), leurs mécanismes et leurs cinétiques de dégradation sur et dans les denrées récoltées, la nature des risques potentiels qu'ils peuvent engendrer, leur devenir dans les processus de transformation, les méthodes d'analyse correspondantes...etc., et, bien sûr, un ensemble de résultats expérimentaux relatifs à l'ensemble des caractéristiques exposées.

Ces études ne sont considérées par les autorités en charge des dossiers d'homologation qu'après un examen des données toxicologiques établies par ailleurs. Les caractéristiques toxicologiques comprennent des valeurs établies par l'expérimentation en laboratoire telles que la **DSE**<sup>21</sup>. Leur examen débouche sur la fixation par des experts indépendants d'une valeur administrative qui est la **DJA** ou dose journalière admissible. Cette DJA est la quantité de substance qu'un être humain peut absorber quotidiennement sa vie durant, sans effet néfaste pour sa santé. Elle est exprimée en mg par kg de poids corporel et par jour. C'est une donnée calculée à partir de la DSE la plus basse observée chez des mammifères de laboratoire, à laquelle sont appliqués des coefficients de sécurité, dont la valeur n'est jamais inférieure à 100. En aucun cas, la somme des résidus susceptibles de se retrouver dans la ration alimentaire à partir des différents usages d'une substance donnée ne doit excéder sa DJA.

Pour encadrer l'utilisateur des produits de protection ou les responsables du contrôle analytique, des valeurs pratiques sont fixées lors de la délivrance d'une AMM. Les principales sont :

- Le **DAR** ou délai d'emploi avant récolte : c'est l'intervalle minimum que doit respecter un applicateur entre le dernier traitement et la récolte. Différents DAR peuvent exister pour une même substance, chacun de ses usages particuliers en étant pourvu. Ces mentions figurent sur l'étiquette fixée à l'emballage des spécialités correspondantes.
- La **LMR** ou limite maximum de résidus : c'est la concentration maximale en résidus d'une substance phytopharmaceutique donnée que l'on tolère dans une denrée alimentaire, consommée en l'état ou transformée, destinée à l'homme ou aux animaux. Elle est exprimée en mg/kg de denrée et accompagne un produit phytopharmaceutique pour chacun de ses usages couvert par une AMM, à l'image du délai spécifique d'emploi avant récolte (DAR). Cette valeur était fixée jusqu'alors par les autorités de chacun des Etats-membres, ce qui induisait lors des contrôles de fréquentes distorsions : une denrée conforme à une LMR espagnole pouvait être parfaitement illégale en France où la LMR correspondante n'existait pas. Depuis 2009, les LMR sont harmonisées au niveau de l'Union Européenne. On doit noter

---

<sup>21</sup> DSE = Dose Sans Effet ; c'est la quantité maximale de substance dont l'absorption quotidienne ne se traduit pas par des effets toxiques sur les animaux de laboratoire. C'est une donnée issue de l'expérimentation. Elle est exprimée en mg/kg de poids corporel et par jour.

enfin que l'addition de l'ensemble des valeurs de LMR fixées pour une substance donnée ne saurait dépasser la DJA.

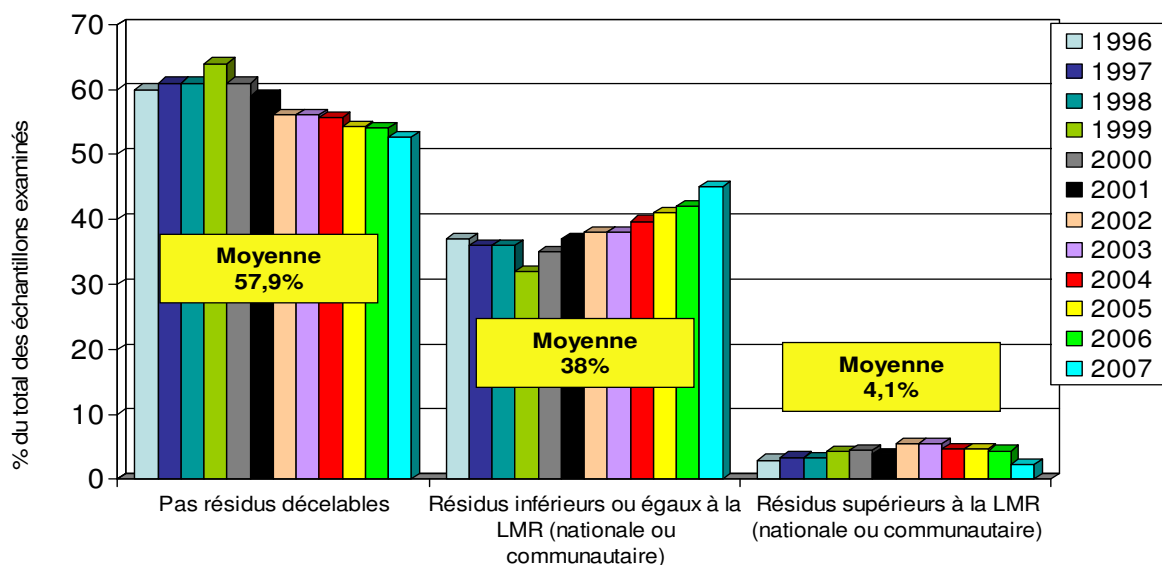
Remarquons enfin que la notion de résidus est très liée à la performance des méthodes d'analyse. Capables de détecter la fraction de ppm (partie par million) dans les années 70, elles permettent aujourd'hui de travailler en routine à la hauteur du ppb (partie par milliard), voire à des niveaux de détection encore inférieurs. Par rapport à la notion de « 0 résidu », une telle évolution conduit à gloser sur le fait qu'avec le temps, le « 0 » est de plus en plus petit ! Ce progrès rend très délicate la confrontation ligne à ligne de travaux conduits avec un intervalle de 5 à 10 ans. Il conduit aussi à la notion de « résidu détectable », qui témoigne souvent davantage de la performance analytique que des pratiques de terrain. Beaucoup de résultats étant publiés en utilisant cet étalon, nous les utiliserons donc tels quels tout en attirant dès à présent cet aspect à l'attention du lecteur.

### Le contrôle des niveaux de résidus dans les denrées alimentaires en général

Le contrôle de la présence et du niveau des résidus de produits de protection dans les denrées agricoles brutes et transformées est aujourd'hui la règle dans tous les pays développés. En Europe, les résultats des enquêtes annuelles conduites par chaque Etat-membre sont agrégés et publiés chaque année dans un rapport spécifique de l'Union Européenne. Ces résultats recouvrent tous les modes de production et ne permettent pas de distinguer les denrées AB et AC. En revanche, la compilation de l'ensemble des données publiées depuis 1996 par Bruxelles permet de dresser la figure 1 ci-dessous qui fournit une **robuste base** de départ, à savoir :

- Bien que la quasi-totalité des denrées agricoles analysées aient reçu un ou plusieurs traitements durant le cycle cultural, **57,9% en moyenne ne contiennent aucun résidu détectable** ;
- Des résidus inférieurs aux LMR sont retrouvés dans **38%** des denrées analysées (soit un total de  $57,9 + 38 = 95,9\%$  **de produits conformes**) ;
- Des résidus non réglementaires, parfois supérieurs aux normes européennes ou nationales sont retrouvés en moyenne dans **4,1% des échantillons analysés**.

Fig. 1 - Douze années de contrôle des résidus en Europe dans les fruits, les légumes et les céréales. Source : données annuelles de la Commission européenne.



Ces études européennes résultent d'une expérience communautaire de plus de vingt ans. Elles recouvrent un nombre croissant d'échantillons analysés (plus de 74000 en 2007)<sup>22</sup>. Les laboratoires d'analyse voient leur nombre s'accroître chaque année, de même le pourcentage de ceux qui, dûment accrédités, utilisent des méthodes de détection de plus en plus sensibles. Le nombre des molécules recherchées est aussi en augmentation, alors même que le nombre des SA autorisées en Europe diminue. En 2007, l'Allemagne traquait jusqu'à 700 substances différentes, la plupart des autres grands pays agricoles de l'UE se « contentant » des 250 à 400 molécules les plus notoires.

Ces contrôles concernent en priorité les fruits et légumes, devant les céréales. Les substances les plus fréquemment détectées (le plus souvent sans dépassement de LMR) sont :

Pour les fruits et légumes :

- des fongicides de post-récolte spécifiquement autorisés pour cet usage (imazalil, thiabendazole, cyprodinil, iprodione...);
- des SA d'utilisation courante à assez fort grammage par ha (fongicides dithiocarbamates ou dicarboximides, l'insecticide chlorpyrifos).

Pour les céréales :

- des insecticides utilisés destinés à la protection des grains stockés (chlorpyrifos, pirimiphos-méthyl, malathion, dichlorvos...);
- le chlorméquat, un régulateur de croissance.

Les contrôles sont généralement renforcés sur les denrées produites hors de l'UE où il est notoire que les irrégularités sont plus fréquentes. En 2007, sur plus de 51000 analyses multi-molécules sur des denrées produites dans l'UE, 2,31% étaient en infraction avec les LMR contre 6,84% pour les denrées importées sur un total de plus de 11000 analyses.

Les causes de ces dépassements sont classiquement :

- des **déviations d'usage** : la substance retrouvée n'est pas autorisée sur la culture mais possède une autorisation de vente sur d'autres cultures. Causes : négligence, manque de connaissances professionnelles...
- des **dépassements de la LMR nationale** (ou européenne lorsqu'elle existe) pour des SA autorisées. Causes : dernier traitement trop tardif, laxisme, appareillage mal réglé occasionnant un surdosage, manque de professionnalisme...
- des **distorsions réglementaires** : le produit n'est pas autorisé dans le pays importateur mais son niveau de détection est conforme à la LMR du pays d'origine des denrées. Causes : mauvaise traçabilité, absence de cahier des charges...
- des **fraudes patentes** : le produit n'a aucune AMM dans le pays d'origine, voire n'est pas un produit phytopharmaceutique...

Sur 85 cas d'infraction enquêtés en 2007 et détaillés par le rapport EFSA 2009, 40 cas sont des déviations d'usage, 13 sont des faux positifs liés à la présence de substances naturelles dans les échantillons, 10 sont liés à des distorsions entre LMR nationales...

Pour l'immense majorité des experts toxicologues, les dépassements de LMR, dans leur quasi-totalité, ne représentent aucun risque pour le consommateur. Pour les SA possédant une AMM, un dépassement occasionnel constaté pour une substance sur l'une des denrées contrôlées reste encore très loin en-dessous de la DJA et encore plus de la DSE.

Il faut noter que l'ensemble des résultats présentés à ce jour par les Etats-membres à la Commission Européenne et faisant l'objet des synthèses annuelles (Fig.1) exprimaient des

---

<sup>22</sup> La plupart des données chiffrées utilisées ci-après sont extraites du dernier rapport EFSA : EFSA Scientific Report (2009) 305, 32-106. Les autres figurent dans des rapports antérieurs de même provenance

conformités ou des non-conformités par rapport à des LMR nationales. La volonté d'harmonisation qui présidait à de nombreux textes depuis vingt ans a débouché pour les résidus sur l'entrée en application au 1<sup>er</sup> septembre 2008 du règlement n°396/2005/CEE. Ce règlement finalise des LMR européennes identiques pour plus de 1200 substances phytopharmaceutiques. Outre une simplification pour les filières de distribution des denrées agricoles à l'intérieur de l'UE, ce dispositif devrait diminuer les risques de déclassement des denrées par suite de distorsions réglementaires.

## Des résidus de substances actives dans les productions issues de l'agriculture biologique en particulier

Si les caractéristiques physico-chimiques et biologiques d'une substance donnée ont un caractère intangible, la présence éventuelle de ses résidus dans les denrées agricoles n'a pas la même signification en AC et en AB.

La réglementation qui encadre les cultures AC donne aux agriculteurs la possibilité d'employer des solutions phytopharmaceutiques dans une gamme comprenant environ 300 substances actives (SA), issues de synthèse pour la plupart, chacune d'entre elles étant dûment autorisée pour des usages précis. Des traces de l'une ou parfois de plusieurs de ces SA sont fréquemment décelées dans les produits frais ou transformés. Seuls sont sanctionnés la présence de résidus de substances non autorisées, un niveau de résidus de substances autorisées dépassant leur LMR spécifique ou en infraction avec une norme particulière (ex : baby food).

La protection des cultures AB repose sur un cahier des charges précis d'où est exclue l'immense majorité des SA de synthèse. Il constitue en cela une obligation de moyens. La détection de telles substances dans des denrées AB est au moins questionnable en ce qui concerne l'origine de la contamination : fraude ? erreur de manipulation ? entraînement ou dérive depuis une parcelle AC voisine ? sol contaminé ? mauvaise traçabilité avec mélange de lots AB et AC ?... En tout état de cause, les détections clairement éloignées de la limite de quantification analytique peuvent être considérées comme une tromperie par le consommateur qui achète d'abord AB en pensant que cela lui évite toute exposition aux pesticides.

Tab. 1 - Signification de la présence de résidus selon l'origine des produits alimentaires

	Absence de résidus décelables	Résidus inférieurs à la LMR	Résidus supérieurs à la LMR
Aliments issus de l'Agriculture conventionnelle (AC)	Cas le plus fréquent	Situation courante	Situation occasionnelle
	Dans ces deux cas, les denrées agricoles AC sont parfaitement marchandes.		Dans ce cas, les denrées agricoles AC doivent être retirées du marché et détruites.
Aliments issus de l'Agriculture biologique (AB)	Cas le plus fréquent	Situation courante	Situation occasionnelle
	Dans ce cas, les denrées agricoles AB sont parfaitement marchandes.	Si les substances décelées figurent au cahier des charges AB, elles sont marchandes. <b>Si les substances décelées sont issues de produits de synthèse exclus du cahier des charges AB, les produits restent commercialisés mais ils ne sont plus « loyaux ».</b>	Quelle que soit la SA en cause, les denrées agricoles AB doivent être retirées du marché et détruites.

Les sources d'information fiables permettant de vérifier spécifiquement l'occurrence des substances de synthèse dans les productions AB n'ont été publiées qu'en de rares occasions. Ce qui n'est bien sûr pas le cas pour celles issues de l'AC.

D'une part, la plupart des Etats-membres – dont la France – diffusent fort peu de données officielles permettant de mesurer la proportion de produits non-loyaux issus de l'AB.

D'autre part, les nombreux articles de presse qui animent l'opinion publique sur ce sujet sont bien peu limpides. Ils émanent le plus souvent d'associations de consommateurs ou d'organisations de la filière AB. Les analyses présentées comme des arguments ne mentionnent généralement pas la liste des substances recherchées et la plupart n'incluent pas le cuivre et le soufre<sup>23</sup>, alors même que ces substances sont les plus utilisées par la filière AB<sup>24</sup>. Par ailleurs, des substances très utilisées en AB, telle que roténone, pyréthrinés, azadirachtine... ne sont pas systématiquement recherchées, tant dans les contrôles officiels que dans les études académiques sur les résidus. Cela représente un biais majeur pour amorcer toute esquisse de comparaison.

## **1. Résultats issus de quelques plans de surveillance ou contrôles officiels**

Nous avons trouvé 8 rapports récents issus de services publics attachés au suivi des contaminants alimentaires. Seul, le premier correspond bien à notre sujet. Il porte apparemment sur la recherche des seuls pesticides de synthèse et ne semble pas comporter d'évaluation sur les contaminants « normaux » des produits AB.

### **1. Nouvelle Zélande 2004 - Anonyme - *Comparison of residues in conventional and organic produce in New Zealand***<sup>25</sup>

Cette étude porte sur la présence éventuelle de pesticides de synthèse dans des fruits et légumes et du vin issus de produits AC ou AB ([www.nzfsa.govt.nz/organics/framework/ooap-rules.htm](http://www.nzfsa.govt.nz/organics/framework/ooap-rules.htm)), précisant que ce genre de comparaison ne se rencontre pas dans la littérature. L'enquête a été conduite sur 348 échantillons dont 41 (12%) étaient issus de l'agriculture biologique. Elle a permis de détecter des résidus de pesticides dans 22% (9/41) des produits biologiques et 42% (130/307) des produits conventionnels. Les échantillons AB les plus contaminés sont des tomates (6/11), des laitues (2/8), des raisins (1/4).

La nature des SA de synthèse détectées et le niveau des résidus retrouvés sont assez comparables suivant la provenance des récoltes. Ce dernier point semble de nature à éliminer les allégations de contaminations fortuites (dérive, sols pollués...). Aucune recherche de soufre et de cuivre ne semble avoir été conduite dans cette expérimentation.

### **2. France. Etude DGCCRF 2006**<sup>26</sup>

Résumé du programme national portant sur 4749 échantillons de fruits et légumes frais ou transformés, de céréales et de produits végétaux. Les analyses portent sur 279 SA ; les plus fréquemment détectées sont des insecticides et des fongicides.

Les résultats du plan de surveillance fruits et légumes portent sur 3468 échantillons : 55,6 % ne contiennent pas de résidus, 38,4% présentent des traces inférieures à la LMR : 94 % des fruits et légumes analysés respectent donc la réglementation. Les LMR ont été dépassées dans 6 % des cas mais dans 3% seulement en ne considérant que les dépassements des LMR communautaires. Les contrôles de la production biologique de fruits et légumes ont porté sur 282 échantillons (soit 8,13 % du total), avec un taux de non conformité de 1,42 % (0% en ne considérant que les dépassements des LMR communautaires). Les détections éventuelles inférieures aux LMR ne sont pas mentionnées.

Les résultats complets de ce programme n'ont pas été rendus publics mais agrégés à l'étude annuelle de la Commission Européenne.

---

<sup>23</sup> LMR soufre : prune, cerise : 5 mg/kg ; nombreuses cultures fruitières et légumières : 50 mg/kg ; LMR cuivre = raisin de table et de cuve : 15 mg/kg ; brocolis : 5 mg/kg ; vin : 1 mg/kg – Source : MAP/e-phy 25/11/2009.

<sup>24</sup> Voir par exemple l'étude publiée et commentée dans la revue « 50 millions de consommateurs », n°256, déc. 1992, pp 27-29 et 96-98

<sup>25</sup> Source : [www.nzfsa.govt.nz/consumers/food-safety-topics/chemicals-in-food/residues-in-food/consumer-research/org-conv-comp.pdf](http://www.nzfsa.govt.nz/consumers/food-safety-topics/chemicals-in-food/residues-in-food/consumer-research/org-conv-comp.pdf)

<sup>26</sup> Source : [www.dgccrf.bercy.gouv.fr/actualites/breves/2008/brv0408b.htm](http://www.dgccrf.bercy.gouv.fr/actualites/breves/2008/brv0408b.htm)

### **3. France. Enquête DGCCRF 2007<sup>27</sup>** publiée le 5 janvier 2009.

Résumé du programme national portant sur 5412 échantillons de fruits et légumes frais ou transformés, de produits destinés à l'alimentation infantile, produits destinés à l'alimentation animale, de céréales et de produits végétaux biologiques mis sur le marché français, dont 968 dans le cadre du plan de contrôle. Les analyses portent sur 266 SA ; les plus fréquemment détectées sont des insecticides et des fongicides.

Les résultats du plan de surveillance fruits et légumes portent sur 3742 échantillons : 47,9 % ne contiennent pas de résidus, 44,5% présentent des traces inférieures à la LMR : 92,4 % des fruits et légumes analysés respectent donc la réglementation. Les LMR ont été dépassées dans 7,6 % des cas (3,8 % en ne considérant que les dépassements des LMR communautaires).

Les contrôles de la production biologique ont porté sur 256 échantillons avec un taux de non conformité de 3,1 %. Les détections éventuelles inférieures aux LMR ne sont pas mentionnées. Les résultats complets de ce programme n'ont pas été rendus publics mais agrégés à l'étude annuelle de la Commission Européenne.

### **4. France. Note d'information DGCCRF n°2009-192** en date du 3 décembre 2009.

Cette note est relative au rapport 2008 du plan national de surveillance<sup>28</sup> portant sur 5063 échantillons d'origines diverses. Elle ne fournit pas de synthèse globale mais comporte des données recueillies lors de l'analyse de 348 échantillons de produits biologiques en regard des LMR nationales (LMRN) et des nouvelles LMR européennes découlant du règlement 396/2005. 304 échantillons (87,4%) ne présentent aucun résidu, 38 sont positifs<sup>29</sup> en dessous des LMRN et 6 positifs au-dessus des LMRN (1,7%). Une majorité des dépassements concerne la présence du pipéronyl butoxide. Il s'agit d'un synergiste de synthèse couramment employé dans la formulation des insecticides à base de pyréthrinés naturelles et réputé indispensable à leur bonne efficacité. Il fait partie des rares substances non encore couvertes par le règlement 396/2005.

### **5. Royaume-Uni 2006 - Annual report of the Pesticide Residues Committee<sup>30</sup>**

Le programme d'analyses portait sur 3 562 échantillons d'origines diverses. Un total de 202 SA est recherché. Aucun résidu n'a été trouvé dans 65,2% des échantillons prélevés, 33,1% comportaient des résidus inférieurs aux LMR et 1,7% comportaient une détection supérieure à la LMR. Le résultat des contrôles AB figure au tableau 2.

### **6. Royaume-Uni 2007 - Annual report of the Pesticide Residues Committee<sup>31</sup>**

Le programme d'analyses portait sur 3909 échantillons d'origines diverses. Plus de 200 SA sont recherchées. Aucun résidu n'a été trouvé dans 63,1% des échantillons prélevés, 35,1% comportaient des résidus égaux ou inférieurs aux LMR et 1,8% comportaient une détection supérieure à la LMR. Le résultat des contrôles AB figure au tableau 2.

### **7. Royaume-Uni 2008 - Annual report of the Pesticide Residues Committee<sup>32</sup>**

Le programme d'analyses portait sur 4129 échantillons d'origines diverses. Un total de 240 SA était recherché. Aucun résidu n'a été trouvé dans 53,8% des échantillons prélevés, 45% comportaient des résidus en-dessous des LMR et 1,2% contenaient une détection supérieure à la LMR en vigueur. Le résultat des contrôles AB figure au tableau 2.

<sup>27</sup> [www.dgccrf.bercy.gouv.fr/securite/produits\\_alimentaires/controles\\_alimentaires/2007/pesticides\\_vegetaux2007.htm](http://www.dgccrf.bercy.gouv.fr/securite/produits_alimentaires/contrroles_alimentaires/2007/pesticides_vegetaux2007.htm)

<sup>28</sup> Non publié à notre connaissance au 31.03.2010.

<sup>29</sup> Ne semblent déclarés positifs dans cette étude que les échantillons montrant des traces > à 0,01 mg/kg.

<sup>30</sup> Source : <http://www.pesticides.gov.uk/prc.asp?id=1937>

<sup>31</sup> Source : [www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web\\_Assets/PRC/2007\\_PRC\\_Annual\\_Report.pdf](http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/2007_PRC_Annual_Report.pdf)

<sup>32</sup> Source : [www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web\\_Assets/PRC/PRC\\_Annual\\_Report\\_2008.pdf](http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/PRC_Annual_Report_2008.pdf)

Tableau 2 – Royaume-Uni - Résultats de 3 années d'observation sur les denrées « organic farming »

	2006	2007	2008
Nb d'échantillons AB analysés et % avec résidus anormaux	5 sur 220 soit 2,3%	7 sur 251 soit 2,8%	15 sur 242 soit 6,2%
Nb d'échantillons AB avec des résidus de substances ayant une LMR	Non précisé	1	4
Nb d'échantillons AB avec des résidus de <b>substances sans LMR</b>	5	6	11
Nb d'échantillons AB avec des <b>résidus supérieurs à la LMR</b>	0	0	1
<b>Substances détectées</b>	Endosulfan (3), indoxacarbe, pipéronyl butoxide, dithiocarbamates (1)	DDT (4), dieldrine, iprodione, pirimiphos-méthyl, pyrethrines (1)	Chlormequat (4), DDT, carbendazim, glyphosate, roténone (2), azoxystrobine, diphénylamine, « inorganic bromide », boscalid, chlorprophame, linuron prochloraz (1)

Pour les produits AB, la plupart des écarts que signalent les rapports britanniques sont liés à la présence de substances sans LMR pour les denrées analysées. Les teneurs détectées sont généralement faibles et < à 0,1 mg/kg. Les rapports officiels se bornent à constater les écarts et ne supputent pas l'origine des dépassements. Par contre, on note que les sels de cuivre et le soufre ne semblent jamais recherchés et qu'il n'existe pas de rubrique permettant de quantifier la présence éventuelle de produits de synthèse à des concentrations inférieures aux LMR dans les denrées AB.

**8. SCHÜLE E.**, *Pesticides residues monitoring of organic food and crops*. Fytolab Seminar, October 2009.

Cette communication fait état d'un monitoring sur les résidus comparant des échantillons consécutifs de denrées AC et AB, analysées entre 2002 et 2006 en Bade-Wurtemberg par le laboratoire Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) de Stuttgart dans le cadre d'un programme spécifique. Ces travaux ont été reconduits sur le même principe en 2007 et 2008. Plus de 500 SA sont recherchées avec des seuils de détection très bas (indiqués comme << 0,01 mg/kg). Les différentes causes explicatives (dérive, contamination durant le transport ou le process, etc) sont discutées. Dans le jugement porté sur les niveaux de résidus dans les produits AB, l'auteur indique que la détection d'une SA de synthèse à des seuils < 0,01 mg/kg permet de supputer un incident tel que dérive... etc. A des niveaux supérieurs, des erreurs ou des fraudes sont envisageables et une notification est souhaitable. Le taux d'échantillons AB présentant de fortes anomalies et considérés dans l'enquête comme « non organiques » est de l'ordre de 5,6% en 2002-2006, 7,3% en 2007 et 5% en 2008.

Sur la période 2002-2006, puis au cours des campagnes 2007 et 2008, on remarque que 69 à 76% des denrées AC comportent des résidus détectables contre 23 à 30% des denrées AB. Ces résultats sont reportés au tableau 7 final.

Tableau 3 – Programme Bade-Wurtemberg 2002-2006 – Résultats ciblés fruits et légumes

	Analyses sur fruits		Analyses sur légumes	
	AC	AB	AC	AB
Nb total d'échantillons	4240	622	3276	684
% avec résidus détectés	88,3%	27,8%	78,4%	32,9%
% d'échantillons excédant les LMR	9,6%	0,8%	17,1%	1,9%

L'auteur signale qu'en 2006 :

- 90% des fruits et légumes AC contiennent des résidus dont 73% > 0,01 mg/kg.
- 29% des fruits et légumes AB contiennent des résidus dont 10% > 0,01 mg/kg.



## 2- Résultats issus d'études académiques

1. **COLLINS M., NASSIF W.** *Pesticide residues in organically and conventionally grown fruit and vegetables in New South Wales, 1990-91*. Food Australia, 1993, vol. 45, n°9, pp. 429-431.

Cette étude réalisée au Département de la Santé de l'Etat de Nouvelle-Galles du Sud (Australie) est souvent citée en bibliographie mais n'a pas pu être consultée.

Elle porterait sur des analyses conduites sur 348 échantillons de denrées agricoles, dont 118 (34%) issues de l'agriculture biologique. Les résultats auraient montré que 12% des produits biologiques contenaient des résidus de pesticides contre 30% des produits conventionnels.

2. **WOESE K., LANGE D., BOESS C., BÖGL K.-W.**, *A comparison of organically and conventionally grown foods – Results of a review of the relevant literature*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1997, 74, 281-293.

Cette revue du Federal Institute for Health Protection of consumers and veterinary medicine de Berlin (Allemagne) porte sur 150 études comparant des productions AB et AC.

- céréales et produits céréaliers (30 publications) : « Les études comparatives sur la présence de pesticides ne permettent pas de conclusion générale à cause des nombreuses lacunes dans les protocoles et leurs évaluations ».
- pomme de terre (22 publications) : « Jusqu'à présent, les analyses comparatives de contaminants pesticides entre les pommes de terre issues de l'agriculture organique ou conventionnelle n'ont pas été menées à une échelle suffisante. Les quelques points relevés ne permettent aucune conclusion quant au système de culture ».
- légumes et produits dérivés (70 publications) : « Il existe une légère tendance en faveur de moindres niveaux de résidus pesticides dans les légumes et produits dérivés issus de l'agriculture biologique.

Quand des résidus de pesticides autorisés sont retrouvés dans les produits conventionnels, ils sont la plupart du temps inférieurs aux limites maximum autorisées. Des niveaux de résidus situés entre la limite de détection et la LMR sont décelables dans une plus grande proportion des échantillons conventionnels que dans les échantillons bio... Généralement, ces produits ne révélaient pas de dépassement des LMR et étaient, occasionnellement, contaminés avec des traces de substances actives persistantes qui témoignent d'une contamination préexistante. Il devrait être souligné que ces conclusions sont soutenues par un très petit nombre d'études comparatives ce qui signifie que la plus faible contamination en résidus des légumes issus de l'agriculture organique peut seulement être considérée comme une tendance mineure ».

En résumé : « *En ce qui concerne les pesticides autorisés en agriculture conventionnelle, de moindres niveaux de résidus peuvent être attendus à la fois dans les légumes et les fruits issus de l'agriculture biologique. Dans le cas des produits issus de l'agriculture conventionnelle aussi, les résidus sont presque tous au-dessous des limites réglementaires. La contamination avec des organochlorés persistants, produits bannis de longue date, ne constitue pas à ce jour un élément de différenciation valide pour les produits issus de l'un ou l'autre des deux systèmes de production* ».

3. **Etude 1999-2000 du SETRAB (France) - Etude des Teneurs en Résidus de Pesticides dans les Produits Biologiques Bruts et Transformés.**

Ce travail a été conduit par le SETRAB (Syndicat Européen des Transformateurs et Distributeurs de Produits de l'Agriculture Biologique) dans le cadre d'une convention avec le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DGAL). Il étudie les niveaux de résidus dans les produits biologiques bruts et transformés afin d'enrichir les connaissances et d'obtenir une estimation des niveaux de contamination en application de l'obligation réglementaire de moyens.

Entre 1993 à 1999, 15772 analyses réalisées par des laboratoires accrédités par le COFRAC (Comité Français d'Accréditation) ont été collectées auprès des professionnels de l'Agriculture Biologique et des organismes certificateurs agréés pour le contrôle et la certification AB. Dix familles de denrées sont étudiées : céréales, fruits, légumes, produits laitiers, produits carnés, soja et produits

dérivés, huiles et condiments, boissons alcoolisées, plantes médicinales et aromatiques et produits non alimentaires. Les céréales et produits dérivés représentaient 63,2% du total de ces analyses, devant les fruits et dérivés (12,7%), les légumes et dérivés (6,1%), etc.

Pour classer les résultats d'analyses, deux seuils ont été définis en collaboration avec des laboratoires accrédités COFRAC et le Comité de Pilotage de l'étude :

- **Le seuil S1** correspondant à la limite moyenne de détection des laboratoires
- **Le seuil S2** correspondant à la limite approchée entre un usage supposé direct et une probable contamination environnementale. Ce dernier seuil est dans la majorité des cas, plusieurs dizaines de fois, voire jusqu'à plusieurs centaines de fois, inférieur aux LMR autorisées pour les produits conventionnels et au-delà desquelles les produits ne peuvent pas être commercialisés.

Tableau 3 : Comparaison des niveaux de contamination des produits biologiques en fonction des seuils S1 et S2 entre les périodes d'étude 1993-97 et 1998-99

	% ND	A = S1 < % < S2	B = % > S2	Total A + B
1993-1997 <sup>(1)</sup>	<b>92.2</b>	3.4	4.4	<b>7.8</b>
1998-1999 <sup>(1)</sup>	<b>95.8</b>	2.5	1.7	<b>4.2</b>
<b>Evolution</b>	<b>+ 3,6 %</b>	<b>- 0,9 %</b>	<b>- 2,7 %</b>	<b>- 3,6 %</b>

(1) : Pourcentage correspondant, pour une période donnée, au nombre total de résultats d'analyses recensées dans la classe considérée (ND, S1 < % < S2 ou % > S2) sur le nombre total de résultats d'analyses recensées

Cette étude est peu explicite quant à la nature et au nombre des substances recherchées. Elle semble avoir porté prioritairement sur des insecticides (96,3% des analyses réalisées), principalement organophosphorés et organochlorés. Les fongicides ne représentent que 3% des analyses prises en compte (!) et les herbicides 0,7%. Aucun indice ne permet de penser qu'un seul des produits phytopharmaceutiques spécifiques à l'AB ait été recherché. Malgré son apparence « officielle » elle ne peut guère éclairer notre sujet.

**4. BAKER B.P., BENBROOK C.M., GROTH III E., BENBROOK K.L.** *Pesticide residues in conventional, IPM-grown and organic foods : Insights from three U.S. data sets.* Food Additives and Contaminants, Volume 19, No. 5, May 2002, pages 427-446.

L'étude concerne des denrées se réclamant de l'un ou l'autre des différents systèmes de production :

- l'offre *organically grown* affichant « sans pesticides de synthèse » (nommée par la suite AB),
- l'offre « IPM » considérée comme élaborée avec « peu de pesticides » (IPM = Integrated Pest Management ; elle correspond chez nous à la protection intégrée),
- l'offre dominante sans aucun affichage (nommée par la suite AC).

Des informations proviennent de 3 sources regroupant plus de 94000 échantillons :

- Pesticide Data Program (**PDP**) du Département de l'Agriculture US ; soit 26893 échantillons recueillis dans la vente au détail entre 1994 à 1999 pour 20 cultures différentes : 127 AB, 195 IPM, 26571 AC.
- Marketplace Surveillance Program du Département de la Régulation des Pesticides de Californie (**DPR**) de 1989 à 1998 ; 67154 échantillons couvrant 19 cultures, dont 1097 AB ; elles sont établies à partir de méthodes analytiques moins sensibles que dans l'étude PDP.
- des tests conduits par les Unions de Consommateurs (**CU**) en 1997, portant sur 67 échantillons AB, 45 IPM et 68 AC ; les méthodes d'analyse sont comparables avec celles de PDP.

Pour la fréquence des échantillons positifs, le traitement statistique montre des différences hautement significatives. La présence de résidus est plus régulière pour les denrées AC avec 73% de présence pour la base PDP, 79% pour la base CU et 31% pour la base DPR. Les produits biologiques ont une fréquence moins significative avec respectivement 23, 27 et 6.5%. Si on exclut les organochlorés retirés, les données PDP montre que la proportion des produits biologiques avec résidus tombe de 23 à 13%. Cet effet est moins net avec les AC qui passent de 73 à 71%, les IPM de 47 à 46%.

Les produits AC contiennent souvent et simultanément plusieurs résidus issus de SA différentes : ainsi dans 46, 62 et 12% des échantillons d'origine PDP, CU et DPR contre 7, 6 et 1.3% des cas pour les produits AB.

Les auteurs estiment que les niveaux sont plus faibles sur les produits AB dans environ deux tiers des cas. La comparaison AC et IPM montre des résidus chez ces derniers significativement plus bas.

Tableau 4 – Fréquences comparées des résidus de pesticides dans les analyses de denrées reportées par l'étude de Baker et al., 2002 (résumé paru in Winter et Davis, 2006)

	USDA Pesticide Data Program	CDPR marketplace surveillance program	Consumers Unions
Conventionnel (% detection)	73%	31%	79%
Organique (% detection)	23%	6,5%	27%
Ratio conventionnel / organique	3,2	4,8	2,9

**5. BOURN D., PRESCOTT J.** *A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition; 2002, 42 (1) : 1-34.

Ce travail vise à préciser les différences existant entre denrées AB et AC en ce qui concerne les aspects de la valeur nutritionnelle, des qualités organoleptiques et de la sécurité.

La recherche d'une alimentation exempte de résidus, globalement considérés par les acheteurs comme dangereux pour la santé, est une des premières motivations d'achat des produits AB de par le monde. Au plan des résidus de pesticides, ce travail reflète surtout la genèse du système de contrôle néo-zélandais. Dans ce pays, les contrôles montrent une tendance à la baisse des résidus détectés dans l'alimentation produite localement.

Aucune étude récente de comparaison systématique de denrées AB et AC au plan des résidus n'est produite. Les auteurs signalent toutefois l'existence de la publication de **Slanina P.**, *Risk evaluation of ecological foodstuffs - Myth and reality.* Var Foda, 1995 ; 47: 56-64, étude suédoise qui produirait des résultats sur carottes, laitue iceberg, tomates et fraises. Les échantillons de ces quatre cultures AB ne montraient aucun résidu détectable, de même que les tomates et les laitues iceberg AC. En revanche, 17% des carottes et 50% des fraises AC auraient montré la présence de résidus détectables.

Avec une réserve en ce qui concerne les traces d'organochlorés très persistants (DDT, DDE), les auteurs estiment que le déclin de l'emploi des pesticides en NZ est de nature à réduire la portée des attentes des consommateurs en matière de résidus dans l'alimentation.

**6. PUSSEMIER L., LARONDELLE Y., VAN PETEGHEM C., HUYGHEBAERT A.** *Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under European conditions.* Food Control, 2004, 17, 14-21

Cette publication commente les résultats obtenus dans le cadre de monitorings officiels<sup>33</sup> conduits de 1995 à 2001 par l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA) de Belgique. Le nombre et la nature des substances recherchées ne sont pas précisés. L'étude vise les différents types de contaminants chimiques (PCB, métaux lourds, pesticides, nitrates...) ou biologiques (mycotoxines...) susceptibles de se retrouver dans l'alimentation. La grande fréquence de détection du pipéronyl-butoxyde dans les denrées AB est signalée.

Tableau 5 - Etudes faites en Belgique. Fréquences comparées de détection de résidus de pesticides dans les denrées.

	Etat fédéral, 2000	AFSCA-FAVV 1995-2001.
Conventionnel (% detection)	46 %	49 %
Organique (% detection)	-	12 %
Ratio conventionnel / organique	-	4.4 (donnée calculée et rapportée par Winter & Davis pour leur étude)

<sup>33</sup> AFSCA-FAVV (2001). Chemical safety of organically produced foodstuffs. Report from the scientific committee of the Belgian federal agency for the safety of the food chain (AFSCA-FAVV), Brussels ([www.afsca-favv.be](http://www.afsca-favv.be))

Les auteurs déplorent la faiblesse des données disponibles. Ils recommandent d'adapter les plans de collecte d'échantillons pour analyse en précisant quels sont les modes de production considérés et d'allonger la liste des contaminants recherchés. Ils souhaitent que les contrôles puissent être adaptés aux certifications ou cahiers des charges revendiqués afin de mieux évaluer la qualité réelle des aliments. Ils jugent important que le consommateur puisse être informé de l'actuel contenu en résidus des produits issus de ces diverses méthodes de production. Cette remarque, au-delà des pesticides et des nitrates, concerne également les biotoxines et les contaminants de l'environnement.

**7. WINTER C.K., DAVIS S.F.** *Organic Foods*. Journal of Food Science, Vol. 00, n°0, 2006

C'est une revue de portée générale qui commente largement les études de Baker & al, 2002 et Pussemier & al., 2004. Les auteurs soulignent lourdement que l'absence de pesticides de synthèse proclamée par la filière AB et gravée dans son cahier des charges constitue pour beaucoup de consommateurs de produits biologiques une forme de garantie et représente très souvent d'ailleurs leur première motivation d'achat.

### 3- Autres sources

S'il existe un grand nombre d'articles faisant état de tests sur la présence de résidus conduits par des associations de consommateurs, fort peu s'attachent à des comparaisons entre produits AB et AC. Citons cependant deux exemples récents :

- La revue belge de consommateurs **Test-Achats** a produit en décembre 2008 (n° 526), une enquête sur la présence de résidus de pesticides dans le vin, cosignée par R. Remy, M. Baert et M. Gonnissen. L'étude porte sur 34 vins, rouges, blancs et effervescents, issus pour moitié de l'agriculture biologique, tous achetés sur le marché belge en mai-juin 2008. Les analyses ont porté sur la recherche des résidus de 200 pesticides dont la liste n'est pas fournie. Il est très incertain que les spécialités du cahier des charges AB aient été dépistées. Le cuivre, assurément, ne l'a pas été puisqu'il n'est jamais cité dans les résultats. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous. Les cosignataires de l'article se bornent à signaler l'absence de risques pour le consommateur des niveaux de résidus retrouvés, tous largement inférieurs aux LMR, et pointent le caractère anormal des traces retrouvées dans les vins AB, estimant que les contrôles des organismes certificateurs ne sont sans doute pas réalisés correctement.

Tableau 6 – Etudes réalisées par Test-Achats, 2008

Origine des vins testés	Absence de résidus mesurables	Présence de résidus mesurables	Substances détectées
Viticulture conventionnelle	9/17	8/17	fenhexamid (4 fois), carbendazime, iprovalicarbe (3 fois chacun), pyriméthanil (2 fois), azoxystrobine, boscalid, diméthomorphe, iprodione (1 fois chacun)
Viticulture biologique	13/17	4/17	pyriméthanil (2 fois), carbaryl, carbendazim (1 fois chacun)

- La revue française **Que Choisir** a publié en février 2008 une enquête portant sur l'analyse d'un très petit nombre d'échantillons : 20 pommes de terre dont 6 AB, et 20 raisins, dont 6 AB<sup>34</sup>. Evènement rarissime, la présence de cuivre et de soufre y était recherchée, outre celle des pesticides de synthèse.

Si la totalité des denrées issues de l'AC respectait l'ensemble des LMR, il n'en était pas de même des produits AB dont la teneur en l'un ou l'autre des deux éléments minéraux les rendait au plan réglementaire impropres à la consommation. C'était le cas en particulier de la quasi totalité des

<sup>34</sup> MALEYSSON F., Les raisins n'ont pas la patate, Que Choisir, février 2008.

échantillons de raisins qui excédaient les LMR en cuivre mais surtout en soufre. Un échantillon atteignait jusqu'à 140 mg de soufre /kg de raisin alors que la LMR est fixée à 50 mg/kg.

Actuellement, l'article mentionnant les résultats de cette enquête ne figure plus sur le site internet de la revue.

**Un tel exemple conduit à s'interroger sur la portée pratique des études de résidus réalisées sur les productions AB** qui, bien souvent, prennent très mal en compte leur pharmacopée spécifique et ignorent la plupart du temps les substances minérales aujourd'hui dotées d'une LMR qui sont utilisées massivement sur certaines de ces productions (vigne, arbres fruitiers, légumes...).

## Discussion

Les données concernant les productions AB ici rassemblées appellent de fortes remarques ou réserves d'ordre général :

1. **La rareté des sources d'information**, en particulier dans la littérature technique de langue française. Pour la France, les données publiées au sujet des enquêtes nationales sont d'une grande sobriété, fort peu explicites et de parution tardive. La seule étude conséquente que nous connaissons (SETRAB) est extrêmement orientée et comporte des imprécisions considérables.
2. **Il est délicat, voire illusoire, de vouloir comparer entre elles les études accessibles.** Les protocoles sont presque toujours différents et des données d'un même type sont présentées par les auteurs de manière si variée qu'elle interdit tout rapprochement. En outre, la sensibilité des méthodes analytiques s'est accrue dans de larges proportions ce qui tend à réduire l'intérêt des études les plus anciennes sur notre sujet, comme la grande enquête de Woese & al, 1997 et ses conclusions par catégorie. Enfin, les pratiques en AB se transforment et les règles qui encadrent l'« *organic farming* » restent différentes d'un pays à l'autre, rendant aléatoire toute comparaison.
3. Dans les études ou enquêtes citées, il existe une **grande inconnue méthodologique** au niveau de la liste des pesticides recherchés dont la plupart des auteurs ne précisent ni la nature, ni le nombre, pas plus que les seuils de détection. D'autre part, ils sont généralement muets sur la réalité de la prise en compte dans les analyses de substances très communes en AB : cuivre, soufre mais aussi roténone, pyréthrinés, azadirachtine... La manière dont les résultats sont exprimés laisse entendre que, le plus souvent, la plupart de ces substances ne sont pas comptabilisées comme « pesticides ». Si cela était le cas, la valeur des études et enquêtes en question serait largement amoindrie.
4. Les **LMR pour le cuivre et le soufre sont relativement récentes.** Elles n'apparaissent qu'à partir de 2001 sur les pages du Guide Phytosanitaire ACTA. Le fait qu'une majorité d'études analytiques – tant AC que AB – ne semble pas rechercher ces substances crée un biais évident lorsqu'il s'agit d'apprécier la présence de résidus dans les denrées agricoles et une distorsion importante favorable à l'AB où leur usage est massif. Cela devrait faire considérer le pourcentage de détection de substances de synthèse dans les produits AB – qui sont autant d'irrégularités par rapport au cahier des charges – comme un minimum. On doit mettre au crédit de cette hypothèse des travaux récents mais officieux comme l'étude Que Choisir de février 2008 déjà citée.  
Cela étant, les LMR définies pour le soufre seraient susceptibles d'être modifiées à court terme.
5. Les dispositifs de contrôle que les Etats ont mis en place se renforcent au fil des années. Partout, ils tendent à élargir la palette des SA recherchées, à accroître la variété des denrées enquêtées, à faire reposer les analyses sur des méthodes modernes qui évoluent dans le sens d'une plus grande sensibilité... De tels changements qui renforcent la valeur des informations scientifiques sont assurément positifs pour bien évaluer les risques pour le

consommateur. Mais ils sont cependant **destructeurs au plan médiatique** car leurs résultats délivrés sans accompagnement accréditent auprès du public le sentiment d'une insécurité croissante née d'une dégradation supposée de la qualité alimentaire<sup>35</sup>, sentiment relayé par des contestataires dont le personnel politique en place reçoit une pression forte et constante. D'où le recours à des réglementations de plus en plus contraignantes à l'ombrelle du principe de précaution... Il serait souhaitable de modifier la manière dont les résultats des enquêtes sont délivrés au public par l'Administration afin de privilégier la notion de respect des LMR, évitant ainsi une confusion sur la notion de risque et faisant disparaître les supputations liées à des incidents tels que les effets de phénomènes de dérive préjudiciables à l'image de la filière AB.

Cela étant, les données disponibles ici mentionnées permettent de tirer quelques idées directrices :

A – Si les inconnues méthodologiques évoquées ci-dessus ne permettent pas de conclure quant à la quantité totale de résidus présents sur les récoltes<sup>36</sup>, la **présence de résidus de pesticides de synthèse apparaît régulièrement plus faible dans les productions AB que dans les productions AC**. Cela n'est pas une surprise puisque les molécules de synthèse sont exclues (sauf dérogation) du cahier des charges AB.

Cette moindre présence de substances de synthèse l'est en termes de fréquence de détection, de nombre moyen de contaminants identifiés par échantillon et de quantité moyenne détectée en regard des produits AC traités (Baker & al, 2002 ; Winter & Davis, 2006).

Il est important de considérer le cas des insecticides organochlorés qui, en raison de leur longue durée de vie dans les sols, pénalisaient les productions AB anciennes (Woese & al, 1997 ; Baker & al, 2002). Le retrait aujourd'hui terminé des substances appartenant à cette famille chimique et la dissipation progressive des traces qui subsistaient dans le sol (DDT, HCH, aldrine, dieldrine...) conduit à une raréfaction prévisible de leur fréquence de détection tenue pour pénalisante dans les enquêtes antérieures à 2000.

En l'état, les données concernant d'éventuels dépassements de LMR restent difficiles à interpréter. Dans les études anglaises 2006 à 2008, l'absence fréquente de toute LMR sur la culture où certains produits de synthèse sont retrouvés fait déclasser des échantillons AB dans le groupe « dépassements ». Cette donnée est vraisemblablement interprétée de la même manière par la DGCCRF en France mais le détail de ces résultats analytiques n'est pas accessible. Cela étant, si il s'agit certainement parfois de contaminations fortuites (ex : dérive d'un champ AC voisin) et non d'un manquement au cahier des charges, il serait normal de considérer que certaines des anomalies relevées pour des produits AC ont la même origine, les phénomènes de dérive n'étant pas l'apanage de l'un ou l'autre des deux systèmes de production.

Cependant, l'objectif de ces enquêtes n'est pas de tracer les manquements au cahier des charges AB. Ce qui signifie que lorsqu'un produit de synthèse autorisé sur la culture AC est détecté en dessous de sa LMR dans la même culture AB, celle-ci n'est pas classée dans les dépassements mais passe dans la catégorie « présence normale de résidus ». Cela traduit la philosophie du cahier des charges AB qui recouvre une obligation de moyens mais pas une obligation de résultats. Ce qui veut dire aussi que les contrôles faisant l'objet de publications officielles ne permettent pas de pointer les entorses au dit cahier des charges.

B – Lorsqu'ils s'expriment sur ce sujet, les auteurs des contrôles ou des études académiques considèrent comme extrêmement minimales les risques induits par les résidus au niveau où ils sont retrouvés dans les enquêtes. Cela est aussi vrai pour les produits AC que AB.

---

<sup>35</sup> Sciences & Avenir, N°752, octobre 2009. Choisir les fruits et légumes bio protège des pesticides.

<sup>36</sup> Les doses de cuivre couramment utilisées atteignent et dépassent parfois les 1000 g/ha ; le soufre de 5000 à 8000 g/ha, d'où les dépassements souvent mentionnés par les laboratoires sur des denrées traitées à proximité de la récolte.

C – Une question délicate bien exprimée dans certaines études est la **loyauté des denrées AB portant des résidus de substances de synthèse** (Nouvelle Zélande 2004 ; Baker & al., 2002 ; Collins & Nassif, 1993 ; Puissemier & al., 2004).

Il est donc curieux de constater que certaines enquêtes (voir tableau de synthèse 7) montrent la présence de tels résidus dans des proportions dépassant parfois 20% du total des échantillons AB. Les causes évoquées pour « expliquer » de telles anomalies sont :

- la dérive venue des champs AC voisins ;
- les retombées via le vent, la pluie... qui sont en partie plausibles pour les traces de SA trouvées proches des limites de détection ;
- la contamination par des traces anciennes contenues dans le sol : ce qui peut être le cas pour des organochlorés déjà évoqués ;
- des traitements couverts par une dérogation ;
- des erreurs ;
- des applications volontaires, même à dose réduite, et donc frauduleuses ;

Un examen des résultats analytiques communiqués dans les études britanniques de 2006, 2007, 2008, ceux de l'étude néo-zélandaise de 2004 et de l'étude de Schüle 2009 montrent que certaines irrégularités peuvent découler des deux dernières catégories.

Tableau 7 – *Présence des résidus de pesticides dans les denrées issues de l'agriculture biologique – Synthèse des données issues des documents cités.*

	Ensemble des échantillons analysés			Produits conventionnels			Produits biologiques			
	Pas de résidus détectés	Présence de résidus	Dont sans LMR ou > LMR	Pas de résidus détectés	Présence de résidus	Dont sans LMR ou > LMR	Pas de résidus détectés	Présence de résidus	Dont sans LMR ou > LMR	Produits non loyaux
Commission Européenne sur 12 ans	57,9%	42,1%	<b>4,1%</b>							
Collins & Nassif 1993				70%	30%	?	88%	12%	?	<b>12%</b>
Etude NZ 2004				58%	42%		78%	22%	-	<b>22%</b>
DGCCRF 2006	55,6% (a)	44,4% (a)	<b>6% (a)</b>				?	?	<b>1,42% (a)</b>	?
DGCCRF 2007	47,9% (a)	52,1% (a)	<b>7,6% (a)</b>				?	?	<b>3,1% (b)</b>	?
DGCCRF 2008							87,4%	10,9%	<b>1,7%</b>	<b>12,6%</b>
Royaume Uni 2006	65,2%	34,8%	<b>1,7%</b>				?	?	<b>2,3%</b>	?
Royaume Uni 2007	63,1%	36,9%	<b>1,8%</b>				?	?	<b>2,8%</b>	?
Royaume Uni 2008	53,8%	46,2%	<b>1,2%</b>				?	?	<b>6,2%</b>	?
CVUA Stuttgart 2002-2006							69,9%	30,1%	?	<b>30,1%</b>
CVUA Stuttgart 2007							70,9%	29,1%	?	<b>29,1%</b>
CVUA Stuttgart 2008							76,7%	23,3%	?	<b>23,3%</b>
USDA 1994-1999 (Baker & al. 2002)				27%	73%	?	77%	23%	?	<b>23%</b>
California DPR 1989-1998 (Baker & al. 2002)				69%	31%	?	93,5%	6,5%	?	<b>6,5%</b>
Consumers Union 1997 (Baker & al. 2002)				21%	79%	?	73%	27%	?	<b>27%</b>
SETRAB (1993-1997)							92,2%	7,8%	?	<b>7,8%</b>
SETRAB (1998-1999)							95,8%	4,2%	?	<b>4,2%</b>
Puissemier & al., 2004 (AFSCA-FAVV 1995-2001)				51%	49%	?	88%	12%	?	<b>12%</b>

a) Données portant sur les fruits et légumes (secteur à forte fréquence de dépassement des LMR).

b) Nature des denrées analysées non précisée (fruits et légumes seuls ou autres denrées incluses ex : grain, boissons ?).

## En guise de conclusion

### Sur l'absence de résidus dans les denrées agricoles

Les données fournies sur 12 années par l'Union européenne permettent de calculer qu'en moyenne, **57,9% des denrées soumises à l'analyse ne contiennent aucun « résidu détectable »**.

Ce chiffre doit être considéré comme représentatif d'un ensemble de denrées alimentaires – en forte majorité des produits frais – issues pour l'essentiel de productions conventionnelles ou intégrées dans lesquelles on a surtout recherché des substances de synthèse.

En regard, la moyenne des productions AB sans résidu détectable se situe dans une fourchette de 75 à 95%, à la réserve près que la plupart des SA utilisées en AB ne sont pas prises en compte par les enquêtes.

Dans ces conditions, il est très délicat de conclure.

On peut supputer néanmoins que 70 à 80% des denrées AB ne contiennent aucun résidu détectable mais seules de nouvelles études pourront le confirmer ou l'infirmer.

### Denrées agricoles devenues illégales pour des questions liées à la présence de résidus

La question est ici plus ambiguë.

Les produits agricoles pointés comme non commercialisables car contenant des traces de SA non autorisées ou excédant la LMR ne représentent que **quelques %**, avec peu de différences entre AB et AC.

La majorité de ces anomalies concernent des substances de synthèse qui sont presque seules recherchées et apparaissent liées à de mauvaises pratiques, à des déviations d'usage, à des distorsions réglementaires ou à des fraudes, sans conséquence prévisible sur la santé des consommateurs. Qu'en serait-il si les SA les plus utilisées en AB étaient systématiquement recherchées ?

L'écart se resserre donc entre les deux types de productions qui apparaissent beaucoup moins distinctes sur ce critère que sur le critère « sans résidu détectable ».

### Loyauté des denrées alimentaires en regard du critère des résidus de produits phytopharmaceutiques

Compte tenu des attentes des consommateurs, il existe une différence marquée entre les deux itinéraires de production.

Pour le **consommateur classique**, la conformité des produits à la promesse AC est **obtenue dans 92 à 96% des situations** : c'est la proportion de denrées sans résidus détectables ou, s'ils existent, toujours inférieurs aux LMR correspondantes.

Pour le **client de l'alimentation AB**, le taux de conformité à la promesse initiale (« sans pesticides de synthèse ») est **sans doute très inférieur : de l'ordre de 75 à 85%**. Aux quelques % de dépassement des LMR, il conviendrait de rajouter l'ensemble des situations où des produits de synthèse sont détectés en-dessous des LMR de la denrée correspondante, résultats qui ne sont pas spécifiquement communiqués, ainsi que les situations où des produits de la pharmacopée AB, le cuivre en particulier, existent de manière significative (raisin, fruits, tomate...).

Au dire de l'ensemble des auteurs cités, les traces de produits phytopharmaceutiques retrouvées ne représentent pas un problème de santé pour les consommateurs. D'autant plus que la plupart des fruits et légumes sont lavés, épluchés ou cuits avant leur consommation. C'est donc un **problème de conformité au cahier des charges, de respect de la promesse ou de loyauté commerciale qui est ici posé**.

Rappelons que le cahier des charges AB n'est, jusqu'à aujourd'hui, qu'une obligation de moyens et les contrôles sont donc réalisés sur cette base. Il est néanmoins probable que sous la pression des consommateurs et pour les raisons évoquées ci-dessus, une obligation de résultats devra être progressivement prise en compte. Les méthodologies de traitements des données analytiques et surtout la communication de leurs résultats devraient être adaptées à cet objectif.



# L'élevage et les productions animales en agriculture biologique

**Claude Béranger et Bernard Denis**

Membres de l'Académie d'Agriculture de France

Notre groupe intersections de l'AAF sur l'Agriculture Biologique (AB) a principalement considéré l'agronomie et les productions végétales. L'élevage et les productions animales, qui constituent cependant une part notable de l'AB (37% des exploitations AB de France en 2008) ont moins fait l'objet de travaux et de publications. Nous bénéficions cependant d'une bonne synthèse récente de ces travaux et des réflexions en la matière grâce au numéro spécial 2009 de la revue « Inra Productions Animales » (vol 22, n° 3) consacré à l'élevage bio.

Cette note succincte cherche à compléter les documents émis par le groupe en s'appuyant essentiellement sur cette revue, complétée par l'audition de Jérôme Pavie (spécialiste de l'élevage AB des herbivores de l'Institut de l'Élevage) en avril 2009, par notre groupe.

Une des principales obligations de l'élevage AB est d'alimenter les animaux avec des aliments végétaux en très grande partie issus de la production AB. C'est pourquoi l'ensemble des contraintes et préconisations des productions végétales AB concernent les productions animales et cela justifie la priorité qui leur a été donnée dans nos travaux.

En matière d'élevage la contribution de la France aux productions européennes AB reste limitée (7-8 % pour les ruminants, 15 % pour les porcs) sauf pour les volailles (38 %)

Dès 1990 la France a validé un cahier des charges public par production animale, pionnière en Europe sur ce point. En 2000 un règlement européen des productions animales est adopté, complétant le règlement européen de 1991 sur les productions végétales, et s'imposant à tous.

Ce règlement socle restait très en deçà des règles retenues en France, c'est pourquoi il a été complété par une série de mesures plus strictes (CC du REPAB F) nécessaires pour l'attribution du logo AB français. Cette sur-réglementation nationale a disparu le 1/01/2009 avec l'adoption d'un nouveau cadre réglementaire européen, sans possibilité de subsidiarité. Les conditions de l'élevage AB sont devenues ainsi plus souples, mais ont été mal acceptées par les éleveurs AB français qui considèrent cela comme un recul et une perte de crédibilité dans la rigueur de la démarche AB.

Les règles détaillées dans ce cahier des charges européen concernent une série de principes : choix des races appropriées, naissance et élevage des animaux en AB, lien sol-plante-animaux sur l'exploitation, réduction des pollutions et du surpâturage, alimentation adaptée et biologique, accès permanent à l'extérieur, densité animale et organisation des bâtiments permettant le bien-être, interdiction de l'attache des animaux, réduction des mutilations, méthodes de reproduction naturelles privilégiées, protection de la santé animale passant d'abord par la prévention via les conditions d'élevage, par des traitements homéopathiques et phytothérapeutiques et un nombre limité et occasionnels de traitements allopathiques chimiques.

Tous les élevages AB sont contrôlés une fois par an sur le respect des cahiers des charges, aux frais de l'éleveur.

**Les élevages de ruminants** sont plus faciles à conduire en AB car ils sont généralement très liés au sol, d'autant plus qu'ils utilisent une forte proportion d'herbe pâturée ou conservée. Le cahier de charges est d'accès plus facile que pour les monogastriques, surtout dans le nouveau règlement 2009 (moins de 2 UGB/ha, au moins 50% d'auto approvisionnement, 90% d'aliments AB, pas de

limitations de l'ensilage, maximum de 3 traitements allopathiques/an sans limites pour les antiparasitaires). Des réseaux d'exploitations d'herbivores, suivies régulièrement durant plusieurs années, au niveau technique et économique, permettent des études globales des différents systèmes d'exploitation et de situer les productions AB par rapport à l'ensemble des autres systèmes. Les études expérimentales (encore rares, sauf en ovins) complètent ces travaux.

Dans tous les systèmes de productions AB de ruminants le problème principal à résoudre est l'alimentation en aliments concentrés complémentaires des fourrages. Ces contraintes alimentaires AB se résolvent d'autant mieux que le système associe cultures, prairies et élevage (avec des légumineuses) assurant un très fort auto approvisionnement en aliments AB cultivés sur place et permettant une fertilisation organique suffisante des cultures. Dans les systèmes herbagers l'approvisionnement en aliments concentrés AB entraîne souvent des difficultés et augmente les coûts, et dans tout les cas le facteur limitant réside dans la complémentation azotée qui coûte deux fois plus cher qu'en AC (sauf recours aux cultures de lupins, féveroles, mélanges de pois triticales... aux rendements incertains)

Les bénéfices environnementaux des systèmes AB sont essentiellement liés à l'importance des prairies dans ces productions de ruminants.

- **L'élevage de bovins laitiers** en AB concerne actuellement en France 1500 producteurs (45% des producteurs de bovins AB), 60 000 vaches, fournissant 1,1% de la collecte laitière. Les conversions en AB ont fortement augmenté de 1996 (crise de l'ESB) à 2002 (crise du lait AB en partie non valorisé) et la production stagne depuis ; mais elle pourrait repartir grâce à l'entrée de certains industriels et distributeurs dans la filière et grâce au soutien des pouvoirs publics.

Dans les systèmes herbagers le coût de l'alimentation en concentrés AB reste important en raison du niveau des apports nécessaires pour assurer un niveau de production laitière satisfaisant notamment en hiver.

L'autre principale difficulté concerne la limitation des traitements sanitaires, en particulier pour les mammites ; mais la diminution des rendements laitiers en AB, les régimes alimentaires à base d'herbe, une meilleure hygiène et la surveillance individuelle accrue réduisent les risques.

Une extensification trop forte, réduisant le chargement en animaux, peut aussi limiter la fertilisation organique et réduire les rendements des cultures et des prairies.

En système AB, la production laitière/vache et le chargement en UGB/ha de SFP sont inférieurs à ceux des autres systèmes plus intensifs (-15 à 30 % en Normandie) mais proches de ceux des systèmes herbagers.

La viabilité économique des systèmes AB est cependant généralement assurée en raison de la réduction des charges opérationnelles (20-25% du produit brut en AB contre 30-35% en AC). La marge brute par 1000 l de lait produit dans l'atelier lait AB est ainsi supérieure ou au moins égale à celle obtenue dans les autres systèmes. Les charges de structures étant voisines ou légèrement supérieures (liées à l'augmentation de surface) et le prix du lait vendu étant un peu supérieur (10-20%), l'Excédent Brut d'Exploitation (EBE) est supérieur ou égal en AB à celui des autres systèmes (plus de 45% du Produit Brut, ce qui est un bon résultat en système laitier). Finalement le revenu disponible est en général équivalent en AB à celui obtenu dans les autres systèmes, à niveau d'aides publiques égal.

La valorisation du lait AB par rapport au lait conventionnel est variable selon les périodes (nulle en cas d'excédent par rapport à la demande ou lorsque les prix du lait sont élevés). La filière de transformation, dispersée et insuffisamment organisée ne facilite pas cette valorisation. Lorsque les prix étaient indexés le prix conventionnel du lait, le lait AB se vendait 400€/1000 l au lieu de 330€. L'indexation a été supprimée récemment, mais si le lait AB se

vend 280€ selon des accords en cours, ce prix attractif dans la conjoncture actuelle pourrait relancer les conversions en AB.

Le lait AB (brique UHT) se vend 1,10 €/l lorsque le lait conventionnel premier prix se vend 0,52€/l ou 0,90 en lait de marque. Le lait transformé en yaourt de marque peut se vendre 3 fois plus cher en AB qu'en conventionnel en raison de l'accroissement des marges des transformateurs et distributeurs qui n'est pas forcément justifiée par le cahier des charges AB. On observe très rarement de jeunes éleveurs s'installant en AB, en raison des risques, peu appréciés des banquiers. Les conversions en AB sont surtout faite par des éleveurs de 35 à 55 ans, sécurisés au niveau économique et sanitaire, encouragés par la conjoncture, par des aides publiques (CTE...) et surtout par leurs convictions personnelles. L'élevage laitier AB est susceptible de se développer si ces conditions sont réunies.

- **L'élevage de bovins en troupeaux allaitant producteurs de viande** ne comporte, en France, que 1,5% de vaches allaitantes certifiées en AB (62 000 en 2006). Ce nombre a rapidement évolué de 2000 à 2005, notamment dans le massif central (25% des vaches AB françaises) et plafonne maintenant. Dans ces troupeaux seulement 45% des ventes concernent des animaux gras susceptibles de fournir de la viande AB, les animaux maigres vendus pour l'engraissement ne pouvant pas jusqu'alors être valorisé en AB faute d'une organisation d'une filière naisseurs-engraisseurs en AB.  
Ces troupeaux consommant essentiellement de l'herbe pâturée ou conservée en foin et peu d'aliments concentrés sont assez faciles à convertir en AB. Comme en élevage laitier le coût de l'aliment concentré AB, (particulièrement des compléments azotés) peut être réduit dans les systèmes de polyculture-élevage.  
Dans les systèmes AB la production en UGB/ha de SFP et en Kg de viande/UGB sont plus faibles qu'en systèmes AC (- 20% dans le réseaux du massif central) du fait de la moindre utilisation d'aliments concentrés et de cycles de production plus longs. Les performances zootechniques et sanitaires sont très proches  
Le Produit Brut est inférieur (- 20%), avec un même niveau d'aides publiques. En effet le produit des ventes d'animaux augmente peu (7%) du fait de l'importance des ventes en maigre non valorisées en AB et de l'organisation insuffisante des filières viande AB. Cependant la diminution des intrants et donc des charges opérationnelles (- 33%) permet une bonne efficacité économique (EBE/PB = 44%) et un revenu par travailleur (résultat courant/UMO) équivalents en AB et en AC.  
La production de viande bovine AB pourrait se développer davantage, notamment dans les systèmes de polyculture élevage, par une meilleure valorisation de la viande *via* la vente directe, une organisation plus efficace de la filière et la mise en œuvre d'une filière de vente d'animaux maigres certifiés à des engraisseurs AB
- **L'élevage ovin en AB** ne représente que 1,8% du cheptel ovin viande (83 700 brebis) et 3,9% du cheptel ovin laitier (45 700 brebis). Comme en troupeaux bovins allaitant, les brebis allaitantes consomment principalement de l'herbe pâturée ou conservée, facile à obtenir en AB ; mais tous les agneaux sont engraisés, souvent en bergerie, en consommant des aliments concentrés complémentaires. Pour réussir en AB il faut donc là aussi produire l'essentiel de ces aliments concentrés par des cultures AB associées à l'élevage. En zone herbagère de montagne où on économise ces aliments concentrés achetés à un prix élevé, la productivité numérique s'en ressent (baisse du taux de mises bas et augmentation de la mortalité des agneaux), à la différence des élevages de plaine où ces performances sont équivalentes. C'est dans l'ajustement fin de la conduite de la reproduction, pour choisir la ou les périodes d'agnelage adaptées aux races utilisées, au contexte de l'exploitation et du marché que résident les bonnes performances techniques et économiques des élevages. En

système herbager AB la conduite de 3 agnelages en 2 ans est plus difficile et moins rentable qu'un agnelage par an réparti sur deux périodes. L'interdiction de traitements hormonaux pour maîtriser la reproduction implique d'utiliser « l'effet mâle » ou les traitements lumineux. En zone herbagère de montagne il faut une valorisation élevée de la viande AB pour assurer un résultat économique voisin de celui obtenu en AC, alors qu'en zone de polyculture – élevage de plaine l'équivalence de résultats s'obtient beaucoup plus aisément.

**Les élevages de porcs et de volailles** sont plus difficiles à conduire en AB que ceux des ruminants ou que les élevages porcins ou avicoles conventionnels. Le lien au sol et l'alimentation AB sont plus difficile à assurer et les contraintes de logement et sanitaires sont importantes. L'assouplissement des cahiers des charges depuis 2009 pourrait faciliter le développement de ces productions. On observe une grande variabilité des systèmes de production en AB et de leurs résultats techniques et économiques ; nous ne disposons pas de réseaux d'élevage permettant des comparaisons de système comme pour les ruminants.

- **L'élevage avicole AB** ne représente en France que 1% des poulets de chair (4,5 millions) et 3,5% des poules pondeuses (1,6 millions), bien que nous soyons le premier pays producteur en Europe de volailles AB. Ces effectifs stagnent depuis 5 ans et la production ne couvre pas la demande intérieure.

Les élevages AB doivent disposer de surfaces de cultures AB pour assurer l'épandage de leurs effluents et produire une partie de leurs aliments (bien que l'auto approvisionnement ne soit plus obligatoire). L'accès au parcours est une composante majeure de la production AB, comme en production sous label. L'aménagement et la gestion du parcours est au centre du métier d'éleveur (état sanitaire du parcours, caractéristiques environnementales, comportement animal et répartition spatiale, protection contre les prédateurs). Les solutions et savoir-faire développés pour les volailles sous label sont facilement utilisables, de même que les souches d'animaux à croissance lente, sélectionnées pour ces productions de poulets de chair, sont bien adaptées pour les volailles AB.

Les problèmes sanitaires en élevage AB sont également proches de ceux rencontrés en élevage AC sur parcours, très variables, dominés en poulets de chair AB par la coccidiose, en l'absence d'aliments médicamenteux. Les solutions reposent sur des conditions hygiéniques strictes, sur des vaccinations et des thérapeutiques alternatives.

L'accès au parcours et les aménagements de bâtiments favorisent les comportements animaux contribuant à leur bien-être ; cependant, si la mortalité des poulets de chair est voisine en élevage AB, AC (plein air ou claustration), elle est plus élevée chez les poules pondeuses AB qu'en plein air AC et double de celle des poules en cage (pathologie, comportement de picage, absence de souches sélectionnées pour le plein air)

Bien que les apports alimentaires à assurer aux volailles AB soient moins élevés que ceux des volailles AC, en raison de leur croissance plus lente, la composition des rations est rendue difficile par la limitation du panel des matières premières disponibles en particulier pour l'apport en acides aminés et dans l'ignorance de la contribution du parcours à la satisfaction des besoins nutritionnels. La fourniture d'aliments autonomes et/ou achetés demeure plus coûteuse et plus difficile qu'en élevage AC.

- **L'élevage porcin AB** est marginal en France par rapport à l'élevage AC (0,5% des truies = 4 900 têtes, 0,3% du tonnage de viande de porc) et moins important que dans certains pays d'Europe (Allemagne, Grande-Bretagne, Danemark, Suisse) Peu de données sont disponibles sur cette production et la variabilité des systèmes de production porcine AB est considérable. Les principales contraintes sont voisines de celles rencontrées en élevage avicole, concernant les surfaces d'épandage des déjections, la fourniture des aliment AB et leur composition

(surtout en protéines, en l'absence d'acides aminés de synthèse ou de disponibilité en protéagineux adaptés), l'aménagement de bâtiments et des parcours, les traitements sanitaires. S'y ajoutent les interdictions ou les conditions d'application de certaines techniques d'élevage AC (coupes de queues, dents, castration, durée d'allaitement..) ou de maîtrise de la reproduction .En outre les souches et races de porcs rustiques bien adaptées aux conditions AB sont rares.

On retrouve en élevage AB des caractéristiques voisines de celles des porcs AC élevés en plein air, comparés aux systèmes conventionnels en claustration : croissance plus lente, intervalle sevrage/saillie fécondante plus élevé, lactation plus longue, mortalité des porcelets supérieure, hétérogénéité accrue, immunité plus élevée, carcasses et viandes plus grasses (climat et carence azotée en AB)

Dans tous les systèmes d'élevage **les problèmes sanitaires** doivent trouver en élevage AB des solutions originales. La gestion de la santé repose davantage sur l'éleveur (et sur les échanges de savoirs et de pratiques entre éleveurs) que sur des prescripteurs externes et sur une planification préalable privilégiant l'hygiène, la prévention et la réponse immune de l'animal. Au-delà des traitements allopathiques autorisés par les cahiers des charges, c'est le recours aux traitements alternatifs des animaux infectés qui se développe (homéopathie, phytothérapie, aromathérapie). Face au délicat problème du parasitisme en élevage AB de ruminants, les alternatives aux traitements antihelminthiques résident dans une gestion fine du pâturage, dans les possibilités de lutte biologique (champignons nématophages), dans la vaccination, dans le choix de races, de souches et de la sélection sur la résistance au parasitisme, ainsi que dans les traitements alternatifs combinés aux traitement allopathiques judicieusement ciblés sur les animaux les plus affectés. Ce système de prévention et de traitements est complexe, nécessite de l'expérience et du savoir de l'éleveur ; il devrait faire l'objet de nombreuses recherches pour progresser en systèmes AB ou intégrés.

Certains vétérinaires, même peu au fait ou peu convaincus de l'efficacité des thérapeutiques alternatives, apprécient d'oeuvrer en élevage biologique car ils y développent un partenariat exemplaire avec les éleveurs. La pratique de visites systématiques contractuelles leur permet de participer de l'intérieur à l'étude critique de la conduite du troupeau et d'apprécier notamment comment l'hygiène y est intégrée. Avec un tel mode d' "utilisation" du vétérinaire, la consommation de médicaments se réduit en principe rapidement. La situation où des éleveurs compétents et motivés ont compris l'intérêt de ne pas cantonner le praticien à son rôle de thérapeute, constitue un modèle dans les relations vétérinaires/clients."

**Référence :**

Inra Productions animales (2009), Elevage bio, Perez JM coord. 22 -3, 284 p.

# Valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique

Léon Guéguen, Gérard Pascal et Bernard Denis  
Membres de l'Académie d'Agriculture de France

## Introduction

Les aliments issus de l'agriculture biologique représentent actuellement en France environ 1,7 % des aliments achetés et, comme la production nationale est insuffisante, plus d'un tiers est importé. La demande est en progression constante, d'une part en raison de l'intérêt manifesté par les consommateurs pour des produits « naturels et sans produits chimiques », notamment sans résidus de pesticides de synthèse, d'autre part, à la suite d'incitations gouvernementales (un repas Bio par semaine dans la restauration collective). De plus, le développement de ce marché est nettement facilité par la distribution en grandes et moyennes surfaces et en magasins spécialisés, malgré des prix moyens beaucoup plus élevés (de 60 à 70 % en moyenne d'après des enquêtes récentes). Le « baromètre » de l'Agence Bio pour 2009 indique que 46 % des Français sont des consommateurs occasionnels d'aliments AB (un produit au moins une fois par mois) et que 9 % sont des consommateurs réguliers (au moins un produit par jour).

La vocation première de l'agriculture biologique, reconnue par ses protagonistes officiels, est la préservation de l'environnement et non pas la nutrition et la santé des consommateurs. L'agriculture biologique a une obligation de moyens mais pas de résultats concernant les qualités nutritionnelle, sanitaire et gustative de ses produits. Cependant, la principale motivation d'achat des aliments « Bio » en France, selon le dernier sondage CSA réalisé pour l'Agence Bio, reste la santé des consommateurs, devant les préoccupations écologiques, le bien-être animal (surtout pour les végétariens et végétaliens), le goût des produits...Il importe donc de vérifier si les raisons « nutrition-santé » qui motivent le consommateur reposent ou non sur des bases rationnelles.

Certains fondateurs de l'agriculture biologique en France ont objectivement admis que « concernant l'aspect nutritionnel...il y a une différence en faveur des produits bio...mais moins importante que ce qui a longtemps été annoncé » (Aubert, 2006). Telle était aussi la conclusion générale de l'important rapport publié par l'Afssa en 2003 sur « l'évaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique ». Cependant, comme ces conclusions sont parfois mal interprétées et que des données nouvelles ont été publiées depuis 2003, il nous a semblé indispensable de refaire le point.

### I. Rappel des conclusions du rapport AFSSA<sup>37</sup> (2003)

L'ensemble des données examinées dans le cadre de cette évaluation a montré, de manière générale, peu de différences significatives, et reproductibles, entre la composition chimique des matières premières issues d'agriculture biologique et celles issues d'agriculture conventionnelle. Les résultats des études sont parfois contradictoires. Les nombreux facteurs de variation intervenant dans la composition chimique et la valeur nutritionnelle des aliments (variété/race, saison, climat, stade de maturité ou de développement, stockage, conduite d'élevage...) sont souvent plus importants que l'impact des facteurs liés strictement au mode d'agriculture (nature de la fertilisation, des traitements sanitaires...).

---

<sup>37</sup> Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

Les principales conclusions sont les suivantes :

- **La matière sèche.** Pour les légumes racines, bulbes et tubercules et les légumes feuilles, les études montrent une faible tendance à une teneur en matière sèche supérieure lorsqu'ils sont issus d'agriculture biologique. Cette tendance n'est pas retrouvée pour les fruits.
- **Les glucides.** Les résultats montrent des variations de teneurs contradictoires suivant l'aliment considéré, voire pour un même aliment. Les données disponibles ne permettent donc pas de mettre en évidence une influence du mode de production sur la teneur en glucides.
- **Les protéines.** La teneur en protéines des céréales issues d'agriculture biologique semble être plus faible que celle des céréales issues d'agriculture conventionnelle ; cette moindre teneur est sans doute liée à la limitation des apports azotés en production biologique. L'équilibre en acides aminés essentiels de ces protéines serait par ailleurs meilleur.
- **Les lipides.** Le mode d'élevage et de culture de l'agriculture biologique semble entraîner des modifications variables des teneurs en lipides totaux. L'activité physique accrue due au parcours, le recours à des fourrages et /ou au pâturage contribuent à réduire la vitesse de croissance, l'état d'engraissement de la carcasse et la teneur en lipides intramusculaires chez les ruminants, les porcs et les volailles. Des modifications notables des profils en acides gras, en particulier en augmentant les teneurs en acides gras polyinsaturés des produits animaux sont observées. Elles sont principalement le fait de la nature des acides gras consommés par l'animal.
- **Les minéraux et oligo-éléments.** Les nombreuses études comparatives analysées s'accordent, pour leur très grande majorité, sur l'absence de différences significatives de teneurs en minéraux et oligo-éléments liées au mode de production. Une faible tendance positive pour le fer et le magnésium et négative pour le manganèse peut être évoquée pour certains légumes biologiques.
- **Les vitamines.** Peu de données sont disponibles concernant les vitamines autres que la vitamine C et le b-carotène. Il ressort de ces données que le mode d'agriculture biologique peut avoir un faible effet positif sur la teneur en vitamine C de la pomme de terre mais n'a pas apparemment d'effet sur les teneurs des légumes en b-carotène.
- **Les phytomicroconstituants.** Le mode de production ne semble pas influencer les teneurs en lycopène des fruits et légumes. En ce qui concerne les polyphénols, les données disponibles et validées concluent majoritairement à une teneur supérieure dans les fruits et légumes biologiques.

*En l'état actuel des connaissances et devant la variabilité des résultats des études examinées, il ne peut être conclu à l'existence de différence remarquable, au regard des apports de référence disponibles (ANC<sup>38</sup>), des teneurs en nutriments entre les aliments issus de l'agriculture biologique et ceux issus de l'agriculture conventionnelle. Concernant les polyphénols, les études montrent un potentiel intéressant de l'agriculture biologique à prendre en compte dans le cadre de réflexions plus générales sur cette catégorie de microconstituants.*

L'effet de l'alimentation sur le statut nutritionnel ou la santé d'un individu ne peut être restreint à l'étude d'un nutriment ou d'un aliment en particulier, mais doit prendre en compte l'équilibre du régime global. Par ailleurs, si l'équilibre alimentaire, tel qu'il est défini aujourd'hui par les nutritionnistes, est respecté, les besoins nutritionnels de la population générale sont couverts. Diverses études montrent

---

<sup>38</sup> Apport Nutritionnel Conseillé

cependant que certaines catégories de population n'ont pas toujours des apports équilibrés et suffisants.

En ce qui concerne les aliments, bien que la majorité des études validées ne montrent pas de différences significatives des teneurs en nutriments, quelques études permettent de dégager des tendances vers des teneurs supérieures ou inférieures en certains nutriments selon le mode de production. Dans l'état actuel des connaissances, les écarts, lorsqu'ils existent, semblent cependant trop faibles, voire négligeables, pour pouvoir induire un effet sur le statut nutritionnel du consommateur, dans le cadre d'un régime alimentaire. On ne peut cependant pas préjuger de l'effet additionnel ou synergique de différences d'apports, même faibles, de nutriments d'intérêt sur la santé ou les marqueurs du statut nutritionnel dans le contexte d'un régime global. Un tel effet pourrait être recherché par des études d'observation ou mieux d'intervention.

En ce qui concerne les produits transformés, la consommation régulière de certains produits moins raffinés, tel que le pain à base de farine complète, quel que soit son mode de production, produit par panification au levain, peut présenter un intérêt nutritionnel par l'apport plus important de fibres et de minéraux, par rapport au pain blanc.

#### **Principales conclusions** (encadrées dans le rapport) :

Au niveau nutritionnel, l'équilibre du régime global et la couverture des besoins nutritionnels demeurent les points primordiaux à considérer.

Les faibles écarts ou tendances pris individuellement, qui ont pu être mis en évidence pour quelques nutriments et dans certaines études entre la composition chimique et la valeur nutritionnelle des produits issus de l'agriculture biologique ou de l'agriculture conventionnelle n'apparaissent pas significatifs en termes d'apport nutritionnel au regard des apports nutritionnels conseillés.

Pour les polyphénols, en l'absence de valeur de référence (type ANC) et de connaissance suffisante sur l'apport en polyphénols de la population il est difficile d'évaluer l'impact physiologique des valeurs observées, supérieures dans les fruits et légumes biologiques. Ce domaine de potentialité reste à explorer.

Au niveau sanitaire, le mode de production biologique, en proscrivant le recours aux produits phytosanitaires de synthèse, élimine les risques associés à ces produits pour la santé humaine et concourt à une moindre pollution environnementale, notamment de la ressource en eau.

L'ensemble des études disponibles montre que la grande majorité des produits biologiques ne contiennent pas de résidus de pesticides autorisés en agriculture conventionnelle.

Compte tenu des rares contaminations de produits biologiques relevées, il convient de poursuivre la surveillance des productions par des plans de contrôle adaptés afin d'identifier les pollutions de type environnemental, des pollutions résultant de contaminations croisées ou de mésusages.

En ce qui concerne les mycotoxines, si les données disponibles montrent des niveaux de contamination variables mais globalement similaires entre les deux modes de production, la diversité des mycotoxines et des facteurs influençant leur apparition nécessite un approfondissement des connaissances de ces contaminations et l'acquisition de nouvelles données de contrôles afin d'assurer une meilleure représentativité des résultats.

Par ailleurs, l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques à l'attention de l'ensemble de la filière agricole identifiant les points critiques de chaque mode de production au regard de ces contaminations est à encourager.

Concernant les nitrates, l'interdiction d'emploi des engrais azotés de synthèse concourt à une moindre pollution environnementale. Les données disponibles montrent globalement des teneurs en nitrates plus faibles dans les légumes. Ces résultats nécessiteraient cependant d'être complétés par de nouvelles études.



La mise en œuvre de certaines pratiques culturales ou de conduite d'élevage est susceptible de limiter ou d'induire des risques microbiologiques ou parasitaires sans être nécessairement spécifique d'un mode de production.

En ce qui concerne la fertilisation des sols et des pâturages, l'interdiction en agriculture biologique des boues de station d'épuration écarte les risques de contamination qui leur sont associés. L'utilisation de fumier ou d'effluents d'élevage, quel que soit le mode de production, constitue un vecteur de dissémination d'agents microbiens et parasitaires (particulièrement en cas d'infestation des élevages dont ils sont issus). La pratique du compostage, privilégiée en agriculture biologique, si elle est bien conduite, contribue à la réduction ou à l'élimination de certains agents infectieux.

Les pratiques d'élevage en plein air, quel que soit le mode de production, augmentent la probabilité d'exposition des animaux à différents parasites.

Les approches thérapeutiques restrictives préconisées en agriculture biologique limitent la maîtrise du risque parasitaire en raison de l'interdiction de traitement préventif et le recours privilégié à des traitements curatifs (homéopathie, phytothérapie notamment) dont peu d'entre eux ont été évalués en termes de sécurité et d'efficacité pour les emplois préconisés, et pour lesquelles des études et recherches adaptées devraient être mises en œuvre.

Les traitements et les produits à base de plantes proposés aux éleveurs devraient faire l'objet d'une évaluation rigoureuse des usages préconisés dans le cadre réglementaire d'autorisations de mise sur le marché préalables, sur présentation de dossier scientifique industriel justificatif.

Il reste difficile de quantifier les risques microbiologiques ou parasitaires compte tenu de l'insuffisance de données. Bien que dans l'état actuel des connaissances, on n'ait recensé à ce jour aucun foyer épidémiologique de pathologies microbiologiques ou parasitaires issus de l'agriculture ou de l'élevage biologique, il serait souhaitable de mettre en place une surveillance des agents pathogènes les plus sensibles en termes de risques sanitaires pour l'homme et de réaliser des études afin de mieux objectiver l'impact de l'ensemble des pratiques et des mesures mises en œuvre dans le cadre de l'agriculture biologique.

## **II. Actualisation du rapport Afssa (2003)**

Malgré les conclusions précédentes du rapport de l'Afssa et d'autres revues de la littérature sur ce sujet, ainsi que des avis concordants publiés par d'autres organismes officiels étrangers, le débat sur la prétendue supériorité nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique (AB) ne s'est jamais éteint. Il a récemment rebondi à la suite de l'affirmation par l'association US « Organic Trade Association » selon laquelle « *Organic produce is 25 % more nutritious than conventional foodstuffs* »<sup>39</sup> et surtout en 2007 par les déclarations très médiatisées de l'un des coordinateurs (C. Leifert) du projet européen QLIF (Quality of Low Input Foods) proclamant, avec le soutien de la Soil Association (association britannique pour l'agriculture organique), une nette supériorité nutritionnelle des aliments AB et mettant en demeure la Food Standards Agency (FSA) de reconnaître publiquement les avantages nutritionnels des denrées alimentaires biologiques ! La FSA avait alors promis de réaliser une revue systématique de tous les résultats publiés, ce qui a été fait (Dangour et al, 2009). En fait, la contribution du programme QLIF sur la valeur nutritionnelle des aliments est très faible et peu originale, seules deux études sur le lait ayant été publiées dans des revues à comité de lecture, tandis que les résultats sur le blé et les légumes et fruits n'ont toujours pas été publiés (et pourtant annoncés sous presse dans Ann Appl Biol en 2007). De plus, la synthèse finale des résultats (Leifert et Niggi, 2009) est partielle puisque des conclusions générales sont tirées de quelques données partielles favorables aux aliments AB, la plupart non publiées, tandis que les données défavorables sont occultées ! Voici ces conclusions générales sur les aspects nutritionnels :

---

<sup>39</sup> Les produits biologiques sont 25 % plus nourrissants que les aliments conventionnels

“The results showed that organic food production methods resulted in: (a) higher levels of nutritionally desirable compounds (e.g., vitamins/antioxidants and poly-unsaturated fatty acids such as omega-3 and CLA); (b) lower levels of nutritionally undesirable compounds such as heavy metals, mycotoxins, pesticide residues and glyco-alkaloids in a range of crops and/or milk”(Leifert et Niggli, 2009)”<sup>40</sup>. Ces conclusions ont été reprises ainsi : “Organic food is more nutritious than ordinary produce, and contains higher quantities of antioxidants...which could cut the risk of cancer and heart disease”<sup>41</sup>.

En France aussi, ces déclarations ont été traduites dans la Presse par des titres du genre : “Le bio jusqu’à 80 % plus nourrissant” ! Il est vrai que des avis de nature scientifique, pourtant basés sur les conclusions de l’Afssa très partiellement actualisées (une quinzaine de références plus récentes), tirent toujours un bilan globalement positif en faveur des aliments AB pour la nutrition et la santé (Lairon, 2009a et b).

En revanche, plusieurs organisations publiques ont exprimé des avis différents, notamment la Food Standards Agency britannique (2003). D’autres organismes ont déclaré que « *the overall body of science does not support the view that organic food is more nutritious than conventional grown food* »<sup>42</sup> (Williamson, British Nutrition Foundation, 2007), ou ont critiqué les déclarations des associations AB sur les « *claims of organic foods nutritional superiority* »<sup>43</sup> (Rosen, American Council on Science and Health, 2008), ou encore montré qu’il n’y a pas de preuve convaincante que les aliments AB sont plus riches en nutriments utiles et plus sains, « *Organic food : buying more safety or just peace of mind ?* »<sup>44</sup> (Magkos et al, 2006). Il s’y ajoute des mises au point récentes sur le risque potentiel de métabolites secondaires dans les végétaux AB, tous n’étant pas bénéfiques : « *Are organic foods healthier ?* » (Winter et Davis, 2006). Enfin, des revues récentes sont encore plus sévères sur toutes les allégations AB (Trewavas, 2007).

Il a donc semblé opportun d’inventorier les études publiées depuis le rapport Afssa pour vérifier si ses principales conclusions demeuraient valides. Au lieu d’adopter une attitude scientifique rigide ne retenant que les travaux publiés dans des revues à comité de lecture indépendant, nous avons pris en compte quelques études de la « littérature grise » qui ont été récemment abondamment citées. Pour les seuls aspects nutritionnels, notre travail d’actualisation de la bibliographie a été facilité par la publication de la revue systématique de Dangour et al (2009) et du rapport complet (Dangour et al, 2009b) pour le compte de la FSA. Cette très importante revue, largement médiatisée pendant l’été 2009 et qui a fait rebondir la controverse, constitue une base bibliographique inégalable des études portant sur la comparaison AB/AC et correspondant aux pratiques AB récentes (sur les 162 retenues, 120 sont postérieures à l’année 2000 et seulement 8 antérieures à 1990). Il s’agit d’un remarquable travail d’évaluation critique des données, dont une majorité doit être exclue pour insuffisance scientifique notoire ou non publication dans des revues à comité de lecture indépendant. Cet inventaire exhaustif (Dangour et al, 2009b) nous a permis de compléter nos références récentes (environ 90) en y ajoutant une dizaine d’études auxquelles nous n’avions pas accès, prises seulement dans la catégorie des 55 études déclarées « de qualité satisfaisante ».

---

<sup>40</sup> Les résultats montrent que les méthodes de production biologique des aliments conduisent à : a) des teneurs plus élevées en nutriments utiles (vitamines/antioxydants et acides gras polyinsaturés tels que oméga-3 et CLA ; b) des teneurs plus faibles en composés indésirables comme les métaux lourds, les mycotoxines, les résidus de pesticides et les glyco-alcaloïdes dans une gamme de produits végétaux et/ou le lait

<sup>41</sup> Les aliments biologiques sont plus nourrissants que les produits ordinaires et contiennent de plus grandes quantités d’antioxydants...qui pourraient réduire le risque de cancer ou de maladies cardiaques

<sup>42</sup> La masse totale des données scientifiques ne supporte pas l’opinion que les aliments AB sont plus nourrissants que les aliments conventionnels

<sup>43</sup> Allégations de supériorité nutritionnelle des aliments AB

<sup>44</sup> Aliments biologiques : acheter plus de sécurité ou juste de la tranquillité d’esprit ?

<sup>45</sup> Les aliments AB sont-ils meilleurs pour la santé ?

Ces 55 études, retenues sur des critères d'inclusion qui semblent sévères, ont conduit les auteurs à conclure, après une analyse statistique peut-être trop rigoureuse, à une absence de différences, sauf pour l'azote (plus en AC) et le phosphore (plus en AB). L'augmentation de l'azote en AC est plausible (effet des engrais azotés solubles) sous la forme de protéines dans les céréales ou de nitrates dans les légumes. Elle est plus surprenante pour le phosphore quand il est le principal facteur limitant. En fait, la prise en compte des 162 études sélectionnées par Dangour et al (2009) à partir de critères moins sévères, révèle aussi des différences significatives pour le  $\beta$ -carotène, les flavonoïdes et autres composés phénoliques. Nous n'avons pas tenté de faire une meilleure analyse de toutes les nouvelles données de cette longue liste de références, remarquablement faite et très clairement présentée dans les deux longs rapports annexés (Dangour et al, 2009 b et c) et consultables sur Internet. Les nouvelles références utilisées sont évidemment très diverses et de valeur scientifique inégale mais nous avons renoncé à une impossible pondération relative des données fournies.

## **Produits végétaux**

### **Matière sèche**

Le constat d'une tendance à une plus forte teneur en MS de certains légumes AB, pouvant logiquement résulter d'une vitesse de croissance et d'un rendement plus faibles, est confirmée dans la revue de Dangour et al (2009b) mais n'a pas été constatée pour la bette (Moreira et al, 2003), tandis que la tomate AB serait moins riche en MS (Rodriguez et al, 2006). La généralisation des circuits courts, notamment par la vente en GMS, diminue et égalise les durées de séjour à l'étalage, voire les stades de maturité à la récolte, qui étaient les principaux facteurs en cause, en dehors du choix de la variété (par exemple pour la tomate).

### **Protéines**

La plus faible teneur en protéines des céréales AB, qui nuit à la valeur boulangère du blé, est citée dans toutes les revues et confirmée par la revue systématique de Dangour et al (2009 a et b). Les résultats (non publiés) du Programme européen QLIF confirment aussi cette différence (Leifert et al, 2007). Cette plus faible teneur en protéines a été retrouvée pour le blé (Bicanovà et al, 2006) et sept cultivars de triticale (Petr, 2006). Seule exception, une étude menée pendant 21 années en champ d'essais en Europe centrale, avec rotation incluant du trèfle, ne constate pas de différence marquée entre des blés AB et AC (Mäder et al, 2007). La meilleure valeur biologique (équilibre en acides aminés) des protéines du blé AB n'a pas non plus été confirmée dans cette dernière étude, mais une autre étude de plusieurs années sur du blé de printemps en Suède (Hanell et al, 2004) conclut à des teneurs un peu plus élevées en thréonine et leucine dans les protéines du blé AB. Des différences de nature des protéines ont été constatées pour le triticale (Petr, 2006) : plus de globuline et d'albumine en AB et plus de prolamine et de gluténine en AC. Cependant, ces différences ne sont pas significatives dans le rapport de Dangour et al (2009b).

### **Minéraux et oligoéléments**

La tendance à une teneur un peu supérieure en magnésium dans certains légumes AB, constatée dans le rapport Afssa (2003), n'a été retrouvée que pour la pomme de terre (Wszelaki et al, 2005) mais n'est pas retenue comme étant significative par Dangour et al (2009). Wszelaki et al (2005) trouvent aussi un peu plus de potassium et de cuivre dans les pommes de terre AB (mais moins de fer et de manganèse dans la pelure). Quelques rares autres résultats sont contradictoires : plus de minéraux dans le jus de mandarine et dans le poivron en AB (Perez-Lopez et al, 2007 a et b), pas de différences dans le blé (Mäder et al, 2007) ni le raisin (Lester et al, 2007), plus de calcium (Colla et al, 2002) ou moins de calcium (Borguini et al, 2007) dans la tomate AB. Un seul résultat (non publié) montre un taux plus élevé de fer (non disponible car sous forme d'oxalate) dans l'épinard AB

(Leifert et al, 2007). Des teneurs très élevées et inquiétantes en cuivre dans des pommes de terre AB à la suite de traitements répétés par du sulfate de cuivre ont été rapportées par Trewavas (2007). Le seul élément dont les teneurs sont significativement plus élevées dans les aliments AB serait, selon Dangour et al (2009), le phosphore. Considérant que le phosphore ne fait jamais défaut dans nos aliments, mais est au contraire relativement en excès par rapport au calcium, le rapport de l'Afssa ne l'avait pas pris en compte.

Des différences entre produits AB et AC sont souvent citées pour les teneurs en minéraux (et en fibres) des produits céréaliers transformés, notamment pour le pain en fonction des procédés de meunerie et de boulangerie utilisés. Il est vrai que le pain AB est souvent produit à partir d'une farine bise obtenue par broyage à la meule de pierre, conservant le germe du grain riche en vitamines du groupe B et E, et par fermentation au levain. Cependant, comme le son est la partie du grain la plus riche en minéraux, oligoéléments et fibres, les teneurs dans le pain dépendent seulement de la proportion de son dans la farine et non du mode de production du blé. Ainsi, le pain bis ou complet est plus riche en minéraux (et en fibres) que le pain blanc, que le blé soit AB ou AC. Comme le son est aussi très riche en acide phytique, qui insolubilise les minéraux, leur biodisponibilité est faible dans le pain complet, Bio ou non, même si une fermentation acide de la pâte permet une hydrolyse partielle des phytates.

### **Vitamines**

Une seule donnée nouvelle (Leifert et al, 2007, non publié) concerne la vitamine E dans le blé et révèle des teneurs plus faibles (ainsi que de vitamine C) dans le blé AB. De même, aucune influence du mode de production sur la teneur en  $\beta$ -carotène de la tomate n'a été observée par Borguini et al (2007). Une seule étude (Carbonaro et al, 2002) montre des teneurs plus élevées en  $\alpha$ -tocophérol dans des poires AB par rapport à des poires conventionnelles.

La plupart des études récentes ont porté sur la vitamine C et semblent confirmer la tendance reconnue dans le rapport Afssa (2003) de teneurs plus élevées dans certains fruits et légumes AB, tendances considérées comme non significatives par Dangour et al (2009). Cette tendance en faveur de l'AB a été observée pour le kiwi (Amodio et al, 2007), la pêche (Carbonaro et al, 2002), le raisin (Lester et al, 2007), le poivron (Perez-Lopez et al), l'orange (Tarozzi et al, 2006), la pomme de terre (Hajlova et al, 2005) et surtout la tomate (Hallmann et Rembialkowska, 2007 ; Caris-Veyrat et al, 2004 ; Barrett et al, 2007). Une étude rigoureuse poursuivie pendant 3 années sur deux cultivars de tomate trouve plus d'acide ascorbique en AB (+26%) pour un cultivar mais pas pour l'autre (Chassy et al, 2006). Enfin, trois études trouvent moins de vitamine C dans les tomates AB (Borguini et al, 2005 ; Rodriguez et al, 2006 ; Rossi et al, 2006). Quoi qu'il en soit, la fraîcheur des produits végétaux est nettement plus déterminante que le mode de production sur les teneurs en vitamine C qui s'oxyde rapidement à l'étalage ou en cours de conservation à l'air, notamment dans le cas des légumes-feuilles.

### **Microconstituants antioxydants**

Plusieurs études semblent confirmer la présence en quantités plus importantes de microconstituants comme les polyphénols dans les végétaux AB ou « à faibles intrants », probablement à la suite de réaction de la plante non traitée à diverses agressions (insectes, champignons...) ou d'une plus faible disponibilité de l'azote du sol. Cependant, cette plus grande richesse des produits AB en ces microconstituants n'a pas été retenue parmi les différences significatives dans la revue de Dangour et al (2007), bien que, en tenant compte de toutes les études sélectionnées (162) et en faisant abstraction de leur qualité expérimentale, les teneurs en flavonoïdes par exemple soient plus élevées de 38 % en moyenne en AB. Certains de ces constituants exercent une action antioxydante considérée comme bénéfique et ont fait l'objet de plusieurs études. Les autres, dont les centaines de métabolites secondaires, ont été peu étudiés alors que leur effet pourrait être délétère (Winter et Davis, 2006).

Les études les plus nombreuses concernent la tomate et les teneurs les plus élevées en polyphénols, dont les flavonoïdes, ont souvent été relevées en AB (Caris-Veyrat et al, 2004 ; Chassy et al, 2006 ; Hallmann et Rembialkowska, 2007 ; Mitchell et al, 2008). Les travaux comparatifs de longue durée menés à l'Université de Davis (Californie) ont d'abord montré (Mitchell et al, 2008), sur des échantillons déshydratés de tomates AB et AC récoltées pendant 10 ans, que les tomates AB étaient nettement (+79 à 97 %) les plus riches en flavonoïdes (quercétine et kaempférol), puis, dans un essai comparatif sur 3 années portant sur deux cultivars (Chassy et al, 2006), que les teneurs (sur produit frais) en kaempférol étaient significativement plus élevées (+18 %) en AB dans les deux variétés mais que les teneurs en quercétine n'étaient plus fortes (+29 %) que dans l'un des cultivars. D'autres études récentes ne trouvent pas de différences de teneurs entre tomates AB et AC (Borguini et al, 2007), voire moins de polyphénols dans les tomates AB (Rodriguez et al, 2006 ; Barrett et al, 2007).

Des teneurs en polyphénols plus élevées ont aussi été relevées en AB pour le kiwi (Amodio et al, 2007), la pêche en 2004 mais pas en 2005 (Fauriel et al, 2007), la pêche et la poire (Carbonaro et al (2002), le poivron (Perez-Lopez et al, 2007b), l'orange (Tarozzi et al, 2006), la pomme de terre (+10 %) (Hamouz et al, 2005), le chou et la laitue (Leifert et al, 2007, non publié), le pac choï ou chou chinois (Young et al, 2005), la pomme (+ 10 %) (Stracke et al, 2009a ; Veberic et al, 2005). Des résultats récemment obtenus à l'Inra d'Avignon (Amiot-Carlin, 2009, communication personnelle) sur des pêches récoltées dans deux régions n'ont pas montré de différences significatives, voire une tendance en faveur de la production AC. De même, aucun effet du mode de production n'a été observé pour la laitue et une variété de chou, le collard (Young et al, 2005), le raisin noir (Anttonen et Karjalainen, 2006), la carotte (Stracke et al, 2009b) et des résultats variables sont relatés pour le vin (Yildirim et al, 2004). L'activité polyphénoloxydase ne diffère pas entre les raisins AB ou AC mais l'activité diphénolase est double dans le raisin AB (Nunez-Delicado et al, 2005). Une étude sur la fraise et une variété de mûre (Asami et al, 2003) montre des teneurs en polyphénols plus élevées en AB mais cette étude a fait l'objet de sérieuses critiques (Felsot et Rosen, 2004). Enfin, le raisin AB serait le plus pauvre en anthocyanes (Vian et al, 2006).

A l'inverse, des teneurs plus faibles en caroténoïdes dans le chou et la laitue AB ont été relevées (Leifert et al, 2007, non publié), sans aucune différence pour la carotte. La teneur en lycopène de la tomate serait plus faible en AB (Rossi et al, 2006 ; Hallmann et Rembialkowska, 2007 ; Borguini et al, 2007) ou égale rapportée à la matière sèche (Caris-Veyrat et al, 2004). De même, le raisin AB serait plus pauvre en lycopène (Lester et al, 2007), tandis que le mode de culture n'aurait pas d'influence sur les teneurs en xanthophylles (lutéine et zéaxanthine) du blé (Roose et al, 2009).

Le pouvoir antioxydant de pommes AB serait supérieur de 10 à 15 % à celui de pommes AC (Peck et al, 2006), constat également fait (+12 %) dans l'étude de Stracke et al (2009), menée pendant 3 années consécutives, sur des pommes Golden. Cependant, ces derniers auteurs concluent qu'une telle différence n'a pas de signification nutritionnelle évidente.

Globalement, toutes espèces végétales confondues, une trentaine d'études portant sur les vitamines et microconstituants antioxydants ont été répertoriées depuis 2002 et ont produit 60 résultats individuels (un constituant / une espèce). Les teneurs sont significativement plus élevées en AB dans 11 cas sur 18 pour les vitamines (C ou E) et dans 20 cas sur 33 pour les polyphénols, mais égales ou plus faibles dans 9 cas sur 9 pour les caroténoïdes. Il ne s'agit donc que d'une tendance à des teneurs plus élevées en composés antioxydants dans les fruits et légumes AB et des contradictions subsistent. De plus, il reste à démontrer l'impact sur la santé de ces différences portant sur quelques constituants du régime (voir plus loin les études cliniques).

### **Autres phytomicroconstituants et toxines naturelles**

Comme d'autres métabolites répondant à une réaction de défense de la plante, les glucosinolates, à effet pouvant être favorable à la santé, seraient plus abondants dans le chou AB (Leifert et al, 2007, non publié). Selon d'autres auteurs (Meyer et Adam, 2008) étudiant l'effet du mode de production sur le chou et le brocoli, la conclusion est plus nuancée car le sens des différences varie en fonction de la molécule de glucosinolate. L'interprétation de telles différences en terme de rapport risque/bénéfice est délicate dans la mesure où les glucosinolates ont des effets ambivalents, bénéfiques pour certaines molécules (protection contre le cancer) et toxiques pour d'autres (effet goitrigène, perturbateur endocrinien, induction de cancer).

Les réactions d'auto-défense de la plante vis-à-vis d'une attaque d'insectes, de champignons ou de divers parasites provoquent aussi la formation de centaines de métabolites secondaires qui sont des toxines à action insecticide ou fongicide dont l'effet sanitaire sur l'homme est mal connu (Winter et Davis, 2006, 2007). Certains de ces métabolites toxiques sont bien connus (glycoalcaloïdes de la pomme de terre et de la tomate, furanocoumarines du céleri, etc.), mais d'autres n'ont pas été étudiés, voire identifiés. Il importerait donc de faire le bilan des effets sur la santé de ces innombrables toxines naturelles.

La pomme de terre AB serait plus riche en alcaloïdes indésirables (Leifert et al, 2007, non publié), constat confirmé par Wszelaki et al (2005) mais pas par Hamouz et al (2005) qui ne constatent pas de différences de teneurs en glycoalcaloïdes.

### **Ensemble de constituants**

Une étude systématique réalisée par Zorb et al (2006) sur du blé AB ou conventionnel, par analyse très fine par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse de 52 métabolites, ne montre aucune différence pour 44 composants et des écarts très faibles pour les autres. Un essai de longue durée sur des rats recevant une ration AB ou conventionnelle (Kristensen et al, 2008) a confirmé l'absence de différences de teneurs en de nombreux minéraux et oligoéléments et de rétention corporelle mesurée par bilan (ingéré-excrété).

### **Effet des phytomicroconstituants végétaux sur la santé humaine (études cliniques)**

Comme le montre aussi la revue systématique de Dangour et al (2009c), la littérature scientifique est très pauvre dans ce domaine, les études cliniques valables (contrôlées, croisées, randomisées, comparant en aveugle aliments AB et AC), sont très peu nombreuses et souvent de mauvaise qualité. Dans presque toutes ces études, le seul biomarqueur mesuré (et supposé être favorable à la santé) est l'activité antioxydante du plasma, après une période plus ou moins longue de consommation de quantités plus ou moins importantes de légumes ou fruits AC ou AB.

Ainsi, les faibles différences de teneurs en vitamine C de la tomate observées par Caris-Veyrat et al (2004) ne semblent pas influencer sur le statut antioxydant du plasma de 20 femmes adultes ayant consommé de la purée de tomate AB ou AC pendant 3 semaines. Il est donc difficile de conclure sur l'intérêt des légumes et fruits AB pour un apport significatif supplémentaire de vitamine C.

Une étude clinique en double aveugle chez des sujets consommant 1 kg de pommes AB ou AC ne montre pas non plus de différence dans le statut antioxydant (Briviba et al, 2007), les teneurs en composés phénoliques n'ayant pas été influencées par le mode de production. Il en est de même dans l'étude de Carbonaro et al (2002) où des teneurs plus élevées en polyphénols et vitamines antioxydantes n'ont pas conduit à des différences de concentrations en produits d'oxydation.

Dans une étude croisée sur 8 jeunes adultes, Ackay et al (2004) ne trouvent pas de différence de statut antioxydant du plasma chez 8 jeunes adultes buvant, à doses modérées, du vin AB ou AC, ni Stracke et al (2008) sur des sujets consommant des carottes AB ou AC.

Une forte consommation (200 g/j) de carottes AC ou AB pendant 2 semaines, avec un régime témoin sans carotte, par 36 volontaires sains suivis dans un essai d'intervention en double aveugle (Stracke et al, 2009b), n'a pas eu d'effet significatif sur le pouvoir antioxydant ou la teneur en caroténoïdes totaux du plasma, ni sur la dégradation de l'ADN ou les paramètres du système immunitaire.

Enfin, une étude d'intervention de 22 jours en double aveugle sur 16 adultes consommant des menus comparables mais avec des ingrédients AB ou AC (Grinder-Pedersen et al, 2003), montre que l'excrétion urinaire de deux flavonoïdes (sur les cinq dosés) est légèrement plus élevée avec les repas AB mais que l'activité antioxydante totale du plasma est plus faible.

Ces études d'intervention, peu nombreuses et portant sur des marqueurs biologiques, permettent de douter d'un effet significatif des aliments AB sur la santé. Telles sont aussi les conclusions du rapport de Dangour et al (2008c) après une revue exhaustive et une analyse approfondie des données publiées.

### **Mycotoxines**

L'examen de deux revues qui concernent, l'une les risques sanitaires des différentes mycotoxines (Murphy et al, 2006), l'autre les multiples paramètres qui conditionnent la présence des mycotoxines de *Fusarium* sur le blé (Champeil et al, 2004), facilite l'interprétation des nombreuses données comparatives des teneurs en mycotoxines, essentiellement de céréales, en fonction du mode de culture, AB ou AC. Beaucoup de ces données concernent des échantillons prélevés au niveau des installations de transformation (meunerie par exemple) ou du commerce ; d'autres des prélèvements au champ, accompagnés de précisions sur les méthodes de culture. La plupart ne permettent pas de comparaisons rigoureuses entre elles, en raison des différences des conditions expérimentales.

Pour certains, il n'y a pas de différences systématiques dues au mode de production pour le blé (Pussemier et al, 2006a ; Schneewis et al, 2005), le blé AB ayant tendance à être plus contaminé en ochratoxine A (OTA) et le blé conventionnel en déoxynivalenol (DON). Une enquête menée en Italie (Biffi et al, 2004) ne montre pas de différences globales systématiques entre modes de production pour les teneurs en OTA des céréales mais révèle des cas de forte contamination de farines complètes de blé AB. Une autre enquête italienne sur divers aliments AB ou conventionnels achetés sur des marchés donne des résultats variés, les teneurs les plus élevées en DON étant relevées dans des produits AC à base de riz, en fumosine B(1) dans des produits AC à base de maïs et en fumosine B(2) dans des produits AB à base de blé (Cirillo et al, 2003).

Aucune différence de concentration en DON ou en zéaralénone (ZEN), mycotoxines de *Fusarium*, n'a été constatée entre blés cultivés en AB ou AC aux Pays-Bas, aussi bien en période humide qu'en période sèche (Hoogenboom et al, 2008).

Cependant, l'étude de l'influence du type de culture AB ou AC de différents types de blé en Allemagne, sur leurs teneurs en DON et en ZEN, a montré que dans la majorité des cas les blés AC renfermaient des teneurs supérieures aux blés AB. Pourtant, la consommation de ces différents types de blé par des porcs en croissance n'a pas fait apparaître de différences des paramètres hématologiques ou biochimiques, mais logiquement, seulement une plus faible concentration en ZEN de la bile des animaux ayant consommé le blé AB (Schneewis et al, 2005). Dans une autre étude sur 8 variétés de blé AB ou AC (Finamore et al, 2004), les teneurs en mycotoxines étaient plus fortes dans le blé AB mais l'effet immunotoxique (fonction lymphocytaire) de leur consommation était plus marqué chez le rat avec le blé AC.

Enfin, trois publications récentes (Edwards, 2009 a, b, c) concernent des échantillons de blé, d'avoine et d'orge, prélevés à la récolte, pendant plusieurs années, au Royaume-Uni. Toutes les

données analytiques des mycotoxines de *Fusarium* montrent, soit peu d'effet du mode de culture, soit des teneurs inférieures à très inférieures dans les cultures AB (HT2 et T2 dans le blé et dans l'avoine). C'est une confirmation de résultats obtenus sur de l'avoine prélevée en Bavière, qui contenait des teneurs plus élevées en T2, HT2 et dérivés, en AC qu'en AB (Gottschalk et al, 2007).

L'ensemble de ces travaux confirme l'analyse de Champeil et al (2004) et le rôle primordial de l'année et de la région de culture, par rapport au type de pratiques culturales.

### **Nitrates**

Comme pour les protéines dans le cas des céréales, l'application d'engrais azotés solubles augmente la teneur en nitrates de certains légumes. Cependant, cette augmentation n'est pas propre au mode de culture conventionnelle car certains engrais organiques très utilisés en AB (comme le guano, la farine de sang et les farines animales) apportent aussi de l'azote rapidement assimilable. De plus, la teneur en nitrates dépend surtout de la saison, notamment de l'ensoleillement, et les différences s'estompent en culture sous serre et en automne.

Peu d'études rigoureuses récentes ont porté sur les facteurs de variation des nitrates des légumes. Elles confirment des teneurs des teneurs plus faibles en AB pour la laitue et le cresson (Guadagnin et al, 2005), la pomme de terre (-11%) (Hamouz et al, 2005) et le raisin noir (Lester et al, 2007). Une importante étude américaine récente (Amiot-Carlin, 2009, communication personnelle) a porté sur 27 variétés d'épinard, légume accumulateur de nitrates, et a confirmé des teneurs plus élevées d'environ 75 % en moyenne en culture conventionnelle, mais avec des écarts importants entre cultivars.

L'apport de nitrates par les fruits et l'eau de boisson est relativement négligeable par rapport à celui fourni par les légumes. La teneur maximale fixée pour l'eau à 50 mg/L, justifiée en tant que norme environnementale (facteur d'eutrophisation des eaux de surface), ne devrait pas être considérée, sauf pour les nourrissons, comme une limite sanitaire de potabilité. Même si la différence entre légumes AB et AC était avérée et significative dans l'apport global, et considérant l'importance des légumes dans l'apport alimentaire de nitrates, il conviendrait, au vu des nombreux travaux récents sur les effets des nitrates sur la santé, de nuancer l'avis exprimé dans le rapport Afssa (2003) et amplifié dans les messages d'alerte médiatisés sur les risques de notre alimentation. Tels sont aussi l'avis formulé par l'EFSA en 2008 et l'opinion maintenant exprimée par certains responsables historiques de mouvements AB, par exemple C. Aubert (2003) qui reconnaît que « les nitrates seraient moins dangereux qu'on le pensait dans les légumes ».

### **Effets des nitrates**

*De nombreux arguments de remise en cause de la toxicité des nitrates avaient été fournis par L'Hirondel dès 1993 et ont été confirmés par des études et revues ultérieures (L'Hirondel et L'Hirondel, 2006 ; Hord et al, 2009). La valeur de la DJA (environ 260 mg par jour pour un adulte de 70 kg) établie par le JECFA (Comité mixte FAO/OMS) en 2002 a été maintenue par l'Autorité européenne (EFSA<sup>46</sup>, 2008). Selon l'EFSA, la DJA ne serait dépassée que pour des consommations excessives et peu probables de légumes riches en nitrates (roquette, laitue, épinard). Quoi qu'il en soit, la DJA est au moins 100 fois plus faible que la plus forte dose sans effet (DSE) constatée chez l'animal de laboratoire.*

*Il serait d'ailleurs paradoxal de vanter les vertus des légumes pour la santé et de condamner la toxicité des nitrates que presque tous contiennent ! Les nitrates ne sont pas toxiques et les seuls risques qu'ils présentent résultent de leur réduction en nitrites chez les nourrissons (cas très rares de méthémoglobinémie dans de mauvaises conditions d'hygiène) et de la formation de nitrosamines cancérigènes dans le tube digestif (peu probable, surtout en présence de vitamine C simultanément*

---

<sup>46</sup> European Food Safety Authority



apportée par les fruits et légumes). Selon l'EFSA (2008), « l'effet carcinogène des nitrates des légumes n'a jamais été démontré et ne devrait pas être mis en avant pour contrecarrer leur consommation ».

Au contraire, de nombreux travaux publiés depuis une décennie mettent l'accent sur les effets bénéfiques des nitrates sur la santé, bien décrits dans la récente revue de Hord et al (2009). Des apports suffisants de nitrates et de nitrites d'origine végétale seraient donc utiles, selon plusieurs auteurs, et il ne faudrait plus diaboliser les nitrates alimentaires mais au contraire les considérer comme des nutriments (Bryan et al, 2007 ; Hord et al, 2009). Non seulement ils sont bénéfiques par leurs effets bactériostatique, bactéricide, antiacide et immunoprotecteur dans la sphère oro-gastro-intestinale, mais ils interviennent aussi favorablement dans la prévention de l'hypertension artérielle et des troubles cardiovasculaires... Ces fonctions physiologiques, bien décrites par Bryan et al (2007), auraient comme étape intermédiaire la formation d'oxyde nitrique NO et son effet vasodilatateur. Elles ont fait l'objet de nombreux travaux, dont ceux du coordinateur du programme européen QLIF (C. Leifert). Les nitrates alimentaires (et salivaires) sont très impliqués dans le système de défense de la muqueuse gastrique (Thompson et al, 2007 ; Petersson, 2008 ; Petersson et al, 2007).

### **Métaux lourds**

En l'absence d'étude sur ce sujet depuis 2003, les conclusions et recommandations du rapport Afssa ne sont pas modifiées. Le risque de pollution par le cadmium des phosphates bruts non traités est plus grand en AB. Une seule étude trouve des teneurs plus élevées en cadmium et en plomb dans des tomates AB, comparées aux tomates obtenues en agriculture AC ou intégrée (Rossi et al, 2008). Pour toutes les productions de plein air, la principale source de pollution est atmosphérique. Il faut aussi mentionner le risque d'excès de cuivre résultant parfois de traitements trop fréquents au sulfate de cuivre sur les pommes de terre (Trewavas, 2007) et probablement la vigne (donc le raisin et le vin).

### **Contaminants microbiens**

L'influence des conditions de production agricole sur la qualité microbiologique des produits animaux ou végétaux a été assez largement étudiée. Dans le domaine végétal, alors qu'*Escherichia coli* n'est détectable que dans une infime proportion des produits de l'AC, l'utilisation de fumier de différentes espèces (en particulier bovine), pratique de la majorité des exploitations en AB, augmente le risque de contamination de divers fruits et légumes ; la localisation géographique des cultures semble aussi avoir une influence non négligeable sur cette contamination (Mukherjee et al, 2007). En Norvège, la nature de la fumure (fumier ou fumier composté) n'a pas eu d'effet sur la contamination de laitues Iceberg par *E. coli*, *E. coli O157:H7*, *Salmonella* ou *Listeria monocytogenes*, les auteurs restant prudents quant à l'extrapolation de ce résultat à d'autres conditions culturales (Johannessen et al, 2004).

### **Allergènes**

Les protéines de transport des lipides (LPT) des Rosacées (Prunoïdées : pommes, prunes, poires, abricots, cerises...) sont des protéines de défense responsables d'allergies sévères chez l'enfant et l'adulte. Des résultats préliminaires montrent que leur présence est plus importante dans la peau de variétés de pommes et de prunes AB que dans celle des mêmes variétés AC, mais pas dans la peau de pêches et de nectarines jaunes (Barré et al, 2009). Les auteurs concluent que « la consommation de fruits « bio » (de prunes en particulier) n'est pas à conseiller aux personnes allergiques ».

### **Résidus de pesticides**

La question du risque lié aux résidus de pesticides étant la plus sensible aux yeux des consommateurs, ce sujet fait l'objet d'une présentation séparée par J.L. Bernard et B. Mauchamp.

## Produits animaux

Les différences observées ne concernent que les teneurs en lipides totaux et acides gras (AG), ainsi que celles de quelques substances antioxydantes, mais les études récentes ne permettent pas de remettre en cause les conclusions du rapport Afssa sur l'absence de différences significatives pour les autres constituants (glucides, protéines, minéraux, oligoéléments...) du lait, de la viande et de l'œuf.

### Lipides

Contrairement aux autres constituants, la composition lipidique peut varier considérablement. Il convient évidemment de comparer des animaux de même race et de même âge, sachant que l'adiposité en dépend. Par exemple, comparer la composition lipidique d'un poulet industriel de 40 jours à celle d'un poulet Bio de 80 jours n'a pas de sens (à noter que le nouveau règlement européen autorise l'abattage plus précoce des poulets en AB et atténuera donc les écarts). Il faudrait alors comparer le poulet AB avec un poulet à label rouge de même âge. Aussi, plusieurs études (non citées) comparant les effets du mode de production sur les caractéristiques lipidiques de muscles de poulet n'ont-elles pas été prises en compte car l'âge des animaux variait de 35 à 81 jours.

Il est bien connu que l'alimentation, notamment l'herbe et les fourrages verts, influe sur la composition en acides gras (AG) insaturés (Ferlay et al, 2006) et en acides linoléiques conjugués (CLA), vitamine E et  $\beta$ -carotène (Lucas et al, 2006) du lait, ainsi que de la viande et de l'œuf. Si les types de rations diffèrent peu dans le cas des monogastriques (céréales et tourteaux), cela n'est pas le cas pour les ruminants dont la ration contient plus ou moins d'herbe ou autres fourrages verts. L'alimentation à l'herbe augmente les teneurs en acides gras polyinsaturés  $\omega$ 3 et en CLA (dont les effets ne sont pas encore bien définis). Il est vrai que l'agriculture biologique encourage l'alimentation au pâturage ou à base d'herbe, mais l'élevage conventionnel, notamment extensif, la pratique souvent aussi. Les différences s'atténuent en hiver quand les régimes sont similaires.

Dans le cas du lait, quelques intéressantes études récentes confirment ces différences (Ellis et al, 2006 ; Butler et al, 2007, 2008, 2009).

L'étude de Ellis et al (2006) a porté sur 430 échantillons de lait de mélange prélevés pendant une année dans 17 fermes AB et 19 fermes AC en Angleterre et au pays de Galles. Il n'y avait pas de différences pour les teneurs en acides gras saturés (un peu plus avec les rations broyées et mélangées), ni pour les teneurs en AGPI  $\omega$ 6 et en CLA (18 :2, c9-t11), mais le lait AB était moins riche en AG mono-insaturés et plus riche en AG poly-insaturés totaux et en AGPI  $\omega$ 3 (1,7 fois). Les auteurs attribuent ces différences à la prédominance de l'herbe pâturée et du trèfle en AB, ainsi qu'au rendement plus faible. Ces écarts disparaissent en automne et en hiver.

L'étude de Butler et al (2008) est particulièrement intéressante car elle permet la comparaison du système AB à un système extensif à « bas intrants » (avec fertilisation azotée et phosphorique). Elles ont été menées en Angleterre sur 10 fermes AC, 10 fermes AB et 5 fermes AC extensif, pendant la période de pâturage (graminée en AC et mélange graminées-trèfle en AB et AC extensif, part importante de fourrages conservés et d'aliment concentré seulement en AC). Les rendements en lait étaient plus élevés en AC (26,2 kg/j contre 18,4 et 17,4 kg/j). Au pâturage, les teneurs en matières grasses totales, en AG mono-insaturés, en AGPI totaux et en AGPI  $\omega$ 3, en acide vaccinique et en CLA étaient nettement plus faibles dans le lait AC, tandis que les teneurs en AGPI  $\omega$ 6 étaient plus élevées que dans le lait AB et surtout que dans le lait AC extensif. Le lait le plus riche en acide vaccinique et en CLA était celui obtenu en AC extensif. Ces différences ont été confirmées pour 7 isomères de CLA (Butler et al 2009). Enfin, une autre étude de Butler et al (2007, non publiée) figurant dans le rapport final du programme européen QLIF (Leifert et Niggli, 2009), portant sur cinq régions d'Europe, avait montré que les teneurs en AGPI  $\omega$ 3 et en CLA étaient plus élevées dans le lait AB ou

« low input » avec régime herbe mais que, très logiquement, cette tendance s'amenuisait en fin de saison estivale.

Toutes ces études sur le lait montrent clairement que le mode d'alimentation (proportion d'herbe ou de fourrage frais dans la ration) est le principal facteur déterminant la composition lipidique du lait, quel que soit le système, AB ou AC. En effet, les différences observées disparaissent pendant la période hivernale à l'étable. Comme le mode d'élevage AB n'a pas l'exclusivité de ce type de régime (et que les différences s'atténueront encore avec le nouveau règlement européen plus tolérant pour l'ensilage), ces différences de composition lipidique n'ont pas été validées dans la revue de Dangour et al (2009). Il est vrai que, en plus de l'herbe, plusieurs constituants du régime, comme le trèfle, même sous forme d'ensilage (Dewhurst et al, 2003), et plus récemment la graine de lin (également utilisée en AC), suffisent pour augmenter la teneur en acide  $\alpha$ -linoléique du lait.

Pour la viande, une seule étude récente et bien menée peut être citée (Prache et al, 2009). Il s'agit d'une étude comparative AB vs AC sur des agneaux en bergerie ou à l'herbe. Les seules différences ont été observées en bergerie, avec un peu moins d'acide palmitique en AB et un peu plus de CLA. A l'herbe, aucune différence n'a été constatée, sauf des odeurs anormales de la viande plus fortes en AB (probablement dues au trèfle blanc). A partir d'une enquête sur 360 échantillons de côtes d'agneau achetées sur le marché, Angood et al (2008) ont trouvé que la viande AB était plus juteuse et mieux appréciée, probablement à cause d'une plus forte adiposité intramusculaire (l'âge à l'abattage n'est pas précisé). De même, les teneurs en acide linoléique et autres AG  $\omega$ 3 étaient supérieures en AB. Une autre étude portant sur le muscle *Longissimus dorsi* de 12 taurillons abattus entre 18 et 24 mois (Walshe et al, 2006) ne trouve pas de différence entre AB et AC, sauf une teneur plus élevée en lipides totaux et une moins bonne durée de conservation (résistance à l'oxydation) en AB.

Pour l'œuf, une étude récente (Minelli et al, 2007) montre que les œufs AB sont en général plus petits, à coquille plus fragile, plus riches en protéines mais aussi en cholestérol.

### **Antioxydants**

Les études déjà citées de Butler et al (2007, 2008) ont aussi montré que les teneurs en caroténoïdes totaux et en  $\alpha$ -tocophérols (plusieurs isomères) augmentaient en fonction du système de production, dans l'ordre suivant : AC intensif, AB, AC extensif. Ces teneurs reflètent aussi la proportion d'herbe ou de fourrage frais dans la ration et les différences disparaissent pendant la période hivernale.

### **Contaminants chimiques**

L'interdiction des OGM en AB nécessite l'importation de céréales et protéagineux sans OGM et d'origine parfois douteuse ou mal contrôlés (exemple récent du soja chinois contenant de la mélamine). Le risque est aussi accru pour des matières premières minérales non purifiées (phosphates ou sels de zinc riches en cadmium). Pour tous les polluants d'origine atmosphérique, le risque de contamination dépend des conditions environnementales. Ainsi, les œufs de poules élevées en plein-air ou semi plein-air, dans des conditions proches de celles de l'AB, sont souvent plus contaminés que ceux des poules en cages en raison du contact avec le sol potentiellement contaminé (Pussemier et al, 2006b).

### **Parasites, bactéries, virus<sup>47</sup>**

Peu de données épidémiologiques nouvelles suffisamment sensibles et spécifiques sont disponibles sur le risque comparé pour le consommateur de denrées animales AC ou AB. Une des raisons, essentielle, en est que les informations enregistrées et publiées lors de maladies d'origine

---

<sup>47</sup> Avec l'aide d'enseignants-chercheurs de l'Ecole vétérinaire de Nantes : Alain CHAUVIN (Unité de Parasitologie), Martine KAMMERER (Unité de Pharmacie et Pharmacologie) et Catherine MAGRAS (Unité d'Hygiène et Qualité des Aliments), à qui nous adressons nos vifs remerciements

alimentaire (Instituts de veille sanitaire, médecins) indiquent « viandes », « produits de volailles » (etc.), sans qu'il soit possible de savoir de quel système de production ils sont issus. Par ailleurs, on manque encore de connaissances sur certains risques, par exemple le rôle exact des aliments dans la survenue d'une maladie virale. Force est donc d'élargir la problématique et d'englober la question des denrées issues de l'élevage AB avec celle des denrées provenant de l'élevage en plein-air ou en semi plein-air. L'évaluation des risques parasitaires et microbiologiques, notamment pour les produits d'origine animale, avait été longuement traitée dans le rapport AFSAA (2003) dont les conclusions ne sont pas remises en cause.

Les risques de contamination des animaux d'élevage eux-mêmes varient selon l'efficacité et le degré de maîtrise qu'ont les éleveurs du système de protection sanitaire de leur troupeau et des bonnes pratiques de traitement. A priori, on croit spontanément que les résultats sont meilleurs avec les mesures conventionnelles qu'avec les techniques mises en œuvre en élevage biologique, mais ce n'est pas toujours le cas (Cabaret et Nicourt, 2009). Cependant, les mammites chez les bovins et les parasites internes chez les ovins sont des affections prédominantes en AB. Le problème des mammites doit être considéré dans le cadre d'un élevage donné, qu'il soit en AB ou en AC, et non pas globalement pour un système de production. La nouvelle réglementation européenne est plus tolérante pour les traitements aux antibiotiques et ouvre totalement la voie aux traitements antiparasitaires.

Dans un cas comme dans l'autre, certains risques sont accrus par rapport à l'élevage « confiné », en raison de sources de contaminations environnementales : soit hydro-telluriques (par exemple *Clostridium botulinum*), soit animales, du fait notamment de contacts plus fréquents avec la faune sauvage (risques parasitaires ; cas de *Campylobacter* thermotolérants transmis par des oiseaux sauvages porteurs sains ; cas de la tuberculose bovine contractée par contact avec des cervidés infectés, etc.).

Le mode d'élevage (AB/AC) n'a pas d'effet sur la contamination des fèces de porc par les *Salmonella* alors que celle des fèces de poulet par *Campylobacter* est plus élevée en AB. La résistance aux antibiotiques de ces bactéries isolées chez le porc et le poulet est cependant plus faible en AB qu'en AC, à l'exception de *Campylobacter* chez le poulet (Hoogenboom et al, 2008). Ces derniers résultats concernant la résistance aux antibiotiques ont été confirmés chez les poules pondeuses et leurs œufs, pour les bactéries Gram<sup>-</sup> (*Campylobacter*, *Salmonella*, *E. coli*, etc.) et Gram<sup>+</sup> (*Listeria*, *Enterococcus*), alors que le niveau de contamination par ces deux types de bactéries n'est pas influencé par le type d'élevage (AB/AC) (Schwaiger et al, 2008 ; Schwaiger et al, 2009). Dans un travail plus ancien, il n'avait cependant pas été montré de différence de résistance à la tétracycline de *Campylobacter* isolées de fèces de bovins, quel que soit le type d'élevage (Sato et al, 2004). En accord avec ces données, le type d'élevage de bovins n'a pas eu d'influence sur la prévalence d'*E. coli* O157:H7, pas plus que sur leur résistance aux antibiotiques (Reinstein et al, 2009).

On peut conclure de toutes ces études qu'il y a sans doute une très légère tendance à une prévalence plus forte de contamination des produits de l'AB, mais que les bactéries présentes sur ces produits peuvent présenter une moindre résistance aux antibiotiques

Quant aux risques d'exposition du consommateur, dès lors que les règles et les circuits normaux de commercialisation sont respectés, avec une inspection de salubrité adaptée, il n'y a pas lieu de les « pointer ». On peut mentionner, à titre d'exemples, le délai d'attente minimal avant commercialisation dans le circuit biologique des animaux traités et de leurs produits qui est le double du délai d'attente légal et la surveillance des carcasses de porcs élevés en plein-air qui doit être accrue du fait de contacts possibles avec les sangliers et de l'augmentation des risques de trichinose. Le lait « de mammite » ne pose pas de risque pour le consommateur dans la mesure où, sauf fraude, il n'est pas commercialisé.

Au total, il est prudent de ne pas tenter de répondre globalement à la question : « le risque parasitaire, bactérien et viral lié à la consommation de denrées issues de l'élevage biologique est-il supérieur, égal ou inférieur à celui des denrées issues de l'élevage conventionnel ? ». D'abord, faute de données suffisantes ; ensuite parce que, de ce point de vue, le système d'élevage AB ne mérite pas forcément d'être traité à part d'autres systèmes d'élevage où il y a relation et interaction avec l'environnement ; enfin, parce que, fondamentalement, l'analyse de risque gagne toujours à être ciblée (quel danger rechercher, quelle denrée, quelles caractéristiques de l'élevage en particulier ?).

### **Conclusions générales sur l'impact global « Nutrition-Santé »**

En raison du grand nombre de facteurs qui conditionnent les qualités nutritionnelles et sanitaires des denrées agricoles, il est bien difficile de mettre en évidence des différences significatives entre les modes de production.

La contribution actuelle des aliments issus de l'agriculture biologique à l'alimentation des Français demeure très faible (1,7 %) et, même si cette part atteignait 5 % dans quelques années, selon des perspectives officielles, de faibles différences de teneurs (10 à 20 %) en quelques nutriments dans quelques aliments ne pourraient avoir un impact nutritionnel significatif dans le cadre d'un régime global. Il en est ainsi de quelques vitamines et autres substances antioxydantes, pour lesquelles existe une tendance favorable à l'AB (bien que les différences aient été considérées comme non significatives dans les conclusions de la revue de Dangour et al, 2009) mais dont l'effet sur le statut antioxydant chez l'homme n'a pas pu être démontré. Le problème des nitrates des légumes, dont les teneurs sont effectivement souvent plus élevées en agriculture conventionnelle, est beaucoup moins préoccupant que ce qui a été partout proclamé. Enfin, les résidus de pesticides de synthèse, logiquement plus abondants en AC, sont en grande majorité inférieurs aux LMR et ne posent pas de risque pour la santé du consommateur, d'autant plus que les résidus dosés concernent des produits bruts non lavés, non épluchés, non cuits. La consommation des fruits et légumes, quelle que soit leur méthode de production (et donc avec nitrates et résidus de pesticides), est bénéfique pour la santé et doit être encouragée. La forte réduction envisagée de l'emploi des pesticides, et notamment l'interdiction en cours des molécules les plus dangereuses, devrait encore atténuer les différences entre AC et AB. Pour les produits d'origine animale, la nouvelle réglementation européenne, plus laxiste pour l'alimentation, l'âge à l'abattage et les traitements thérapeutiques (notamment antiparasitaires), devrait aussi atténuer les éventuelles différences entre les deux modes de production.

Il est donc possible de confirmer les conclusions du rapport de l'Afssa (2003) sur le fait que, en l'état actuel de nos connaissances sur les relations entre les nutriments, les contaminants et la santé, et en l'absence d'éventuels biomarqueurs plus sensibles, fiables et pertinents, la consommation régulière d'aliments AB n'a pas d'effet bénéfique significatif dans le cadre d'un régime alimentaire global.

Quoi qu'il en soit, le plus important pour la nutrition est la diversité et l'équilibre du régime, l'impact santé d'un repas Bio par semaine en moyenne (hypothèse haute de 5% des aliments consommés) demeurant insignifiant. Enfin, sachant que l'agriculture biologique conduit à des baisses de rendement de 20 à 50 %, ne devrait-on pas fixer une limite raisonnable à son expansion alors que, pour tenter de nourrir la planète, il faudra, selon la FAO, augmenter de plus de 70 % la production alimentaire mondiale dans les prochaines décennies ? Comme d'autres formes modernes d'agriculture respectueuses de l'environnement mais qui ne sacrifient pas la productivité, l'agriculture biologique peut légitimement revendiquer des vertus écologiques mais certainement pas des effets bénéfiques sur la santé des consommateurs de ses produits. De plus, il ne faudrait pas que le choix de certains aliments AB à des prix plus élevés (écarts extrêmes de 30 à 300 % en GMS selon de récentes enquêtes !) se fasse, dans les foyers à revenus modestes et notamment pour les enfants, au

détriment d'autres aliments (comme les fruits) plus indispensables pour assurer un bon équilibre nutritionnel.

Enfin, contrairement à la plupart des produits à appellation d'origine et autres labels, l'agriculture biologique n'a pas d'obligation de résultat, notamment sur les caractéristiques organoleptiques des produits. Ces propriétés sensorielles, principalement déterminées par la race ou la variété, l'âge ou le stade de maturité, et la fraîcheur (fruits et légumes) n'ont pas été examinées dans cette mise au point mais peuvent être facilement appréciées par le consommateur lui-même qui reste libre de choisir ses aliments selon ses goûts et convictions...Il nous a cependant semblé utile de l'informer sur les autres critères de qualité que ses seuls sens ne permettent pas d'évaluer.

### Références nouvelles (depuis 2002)

Afssa (2003). Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. Ed Afssa, Maisons-Alfort.

Akcay YD, Yildirim HK, Guvenc U, Sozmen EY (2004). The effects of consumption of organic and nonorganic red wine on low-density lipoprotein oxidation and antioxidant capacity in humans. *Nutr Res*, 24, 541-554.

American Council on Science and Health (2008). Claims of organic food's nutritional superiority: a critical review (J Rosen). ACSH.

American Dietetic Association, Hunger and Environmental Nutrition DPG (2007). Organic Food Production Talking Points.

America's Organic Trade Association, The Organic Center (2008). New evidence confirms the nutritional superiority of plant-based organic foods.

Amiot-Carlin MJ (communication personnelle) (2009). Exposés non publiés de Fauriel J, Besson S et al et de Mitchell A et al au 3rd Int Symp Human Health Effects of Fruits and Vegetables, Avignon, oct 2009.

Amodio ML, Colelli G, Hasey JK, Kader AA (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *J Sci Food Agric* (on line, 26 mars 2007).

Angood KM, Wood JD, Nute GR, Whittington, FM, Hughes SI, Sheard PR (2008). A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: Price, eating quality and fatty acid composition. *Meat Sci*, 78, 176-184.

Anttonen MJ., Karjalainen RO (2006). High-performance liquid chromatography analysis of black currant (*Ribes nigrum* L.) fruit phenolics grown either conventionally or organically. *J Agric Food Chem*, 54, 7530-7538.

Archer DL (2002). Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *J Food Prot*, 65, 872-875.

Asami DK, Hong YJ, Barrett DM, Mitchell AE (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J Agric Food Chem*, 51, 1237-1241.

Aubert C, Leclerc B (2003). Bio, raisonnée, OGM : quelle agriculture dans notre assiette ? Ed Librairie Claude Aubert (interview Satoriz).

Aubert C (2006). Les avantages d'une alimentation biologique. *Alternative Santé*, nov 2006.

Barre A, Brulé C, Borges JP, Culerrier R, Jauneau A, Didier A et al (2009). Concentration des LTP dans la peau et la pulpe des fruits. *Rev Fr Allergol*, 49, 166-169.

Barrett DM, Weakley C, Diaz JV, Watnik M (2007). Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *J Food Sci*, 72, C441-C451.

- Bicanová E, Capouchová I, Křejčicová L, Petr J, Erhartová D (2006). The effect of growth structure on organic winter wheat quality. *Žemdirbystė, Mokslo Darbai*, **93**, 297-305.
- Biffi R, Munari M, Dioguardi L, Ballabio C, Cattaneo A, Galli CL, Restani P (2004). Ochratoxin A in conventional and organic cereal derivatives : a survey on the italian market. *Food Addit Contam*, **21**, 586-591.
- Borguini RG, Silva MV da (2007). Nutrient contents of tomatoes from organic and conventional cultivation. *Alimentos Nutricao*, **21**, 41-46.
- Briviba K, Stracke BA, Rüfer CE, Watzl B, Weibel FP, Bub A (2007). Effect of consumption of organically and conventionally produced apples on antioxidant activity and DNA damage in humans. *J Agric Food Chem*, **55**, 7716-7721.
- Bryan NS (2007). Dietary nitrite supplementation protects against myocardial ischemia-reperfusion injury. *Proc Natl Acad Sci USA*, **104**, 19144-19149.
- Butler G, Collomb M, Rehberger B, Sanderson R, Eyre R, Leifert C (2009). CLA isomer concentrations in milk from high- and low-input management dairy systems. *J Sci Food Agric*, **89**, 697-705.
- Butler G, Nielsen JH, Slots T, Seal C, Eyre MD, Sanderson R, Leifert C (2008b). Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J Sci Food Agric*, **88**, 1431-1441.
- Cabaret J, Nicourt C (2009). Les problèmes sanitaires en élevage biologique : réalités, conceptions et pratiques. *Inra Prod Anim*, **22**, 235-243.
- Carbonaro M, Mattera M, Nicoli S, Bergamo P, Cappelloni M (2002). Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach and pear). *J Agric Food Chem*, **50**, 5458-5462.
- Caris-Veyrat C, Amiot MJ, Tyssandier V, Grasselly D, Buret M, Mikolajczak M, Guillard JC, Bouteloup-Demange C, Borel P (2004). Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees ; consequences on antioxidant plasma status in humans. *J Agric Food Chem*, **52**, 6503-6509.
- Champeil A, Doré T, Fourbet JF (2004). *Fusarium* head blight : epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Sci*, **166**, 1389-1415.
- Chassy AW, Bui L, Renaud, ENC, Van Horn M, Mitchell, AE (2006). Three-year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J Agric Food Chem*, **54**, 8244-52.
- Cirillo T, Ritieni A, Visone M, Cocchieri RA (2003). Evaluation of conventional and organic italian foodstuffs for deoxynivalenol and fumosins B1 and B2. *J Agric Food Chem*, **51**, 8128-8131.
- Colla G, Mitchell JP, Poudel DD, Temple SR (2002). Changes of tomato yield and fruit elemental composition in conventional, low input, and organic systems. *J Sustain Agric*, **20**, 53-67.
- Dangour AD, Dodhia SK, Hayter A, Allen E, Lock K, Uauy R (2009a). Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *Am J Clin Nutr*, **90**, 680-685.
- Dangour AD, Dodhia SK, Hayter A, Aikenhead A, Allen E, Lock K, Uauy R (2009b). Comparison of composition (nutrients and other substances) of organically and conventionally produced foodstuffs: a systematic review of the available literature. Report for the Food Standards Agency. <http://www.agrobiomexico.org.mx/uploaded/documento36.pdf>.
- Dangour AD, Aikenhead A, Hayter A, Allen E, Lock K, Uauy R (2009c). Comparison of putative health effects of organically and conventionally produced foodstuffs: a systematic review. Report for the Food Standards Agency. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/organicreviewreport.pdf>.
- Dewhurst RJ, Fisher WJ, Tweed JK, Wilkins RJ (2003). Comparison of grass and legume silage for milk production: 1. Production responses with different levels of concentrate. *J Dairy Sci*, **86**, 2598-2611.
- Duncan C, Li H, Dykhuizen R, Frazer R, Johnston P, MacKnight G, Smith L, Lamza K, McKenzie H, Batt L, Kelley D, Golden M, Benjamin N, Leifert C (1997). Protection against oral and gastrointestinal diseases: importance of dietary nitrate intake, oral nitrate reduction and enterosalivary nitrate circulation. *Comp Biochem Physiol A Physiol*, **118**, 939-948.

EFSA (2008). La présence de nitrates dans les légumes. Avis du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire. Question n°EFSA-Q-2006-071, adopté 10 avril 2008.

Ellis KA, Innocent G, Grove-White D, Cripps P, McLean WG, Howard CV, Mihm M (2006). Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J Dairy Sci*, 89, 1938-1950.

FAO (2004). Frequently asked questions on organic agriculture. (<http://www.fao.org/organicag>)

Fauriel J, Bellon S, Plenet D, Amiot M-J (2007). On-farm influence of production patterns on total polyphenol content in peach. In: Niggli U, Leifert C, Alföldi T, Lück L, Willer H (Eds). Improving sustainability in organic and low input production systems. Proc 3<sup>rd</sup> Int Congress of the European integrated Project Quality Low Input Food (QLIF). University Hohenheim, Germany, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).

Felsot AS, Rosen JD (2004). Comment on comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J Agric Food Chem*, 52, 146-149.

Ferlay A, Martin B, Pradel P, Coulon JB, Chilliard Y (2006). Influence of grass-based diets on milk fatty acid composition and milk lipolytic system in Tarentaise and Montbeliarde cow breeds. *J Dairy Sci*, 89, 4026-4041.

Finamore A, Britti MS, Roselli M, Bellovino D, Gaetani S, Mengheri E (2004). Novel approach for food safety evaluation. Results of a pilot experiment to evaluate organic and conventional foods. *J Agric Food Chem*, 52, 7425-7431.

Food Standards Agency, UK (2003). Is organic food better for you? <http://www.food.gov.uk/news>

Grinder-Pedersen L, Rasmussen SE, Bügel S, Jorgensen LV, Dragsted LO, Gundersen V, Sandstrom B (2003). Effects of diets based on foods from conventional versus organic production on intake and excretion of flavonoids and markers of antioxidative defense in humans. *J Agric Food Chem*, 51, 5671-5676.

Guadagnin SG, Rath S, Reyes FG (2005). Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Addit Contam*, 22, 1203-8.

Hajlova J, Schulzova V, Slanina P, Janne K, Hellenas KE, Andersson Ch (2005). Quality of organically and conventionally grown potatoes: four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymatic browning and organoleptic properties. *Food Addit Contam*, 22, 514-534.

Hallmann E, Rembialkowska E (2007). Comparison of the nutritive quality of tomatoe fruits from organic and conventional production in Poland. In: Niggli U, Leifert C, Alföldi T, Lück L, Willer H (Eds). Improving sustainability in organic and low input production systems. Proc 3<sup>rd</sup> Int Congress of the European integrated Project Quality Low Input Food (QLIF). University Hohenheim, Germany, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), CH.

Hamouz K, Lachman J, Pivec V, Dvořák P (2005). The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant Soil Environ*, 51, 397-402.

Hanell U, L-Baekström G, Svensson G (2004). Quality studies on wheat grown in different cropsystems: a holistic perspective. *Acta Agric Scand. Sect B, Soil Plant Sci*, 54, 254-263.

Hoogenboom LAP, Bokhorst JG, Northolt MD, van de Vijver LPL, Broex NJG, Mevius et al (2008). Contaminants and microorganisms in Dutch organic food products : a comparison with conventional products. *Food Addit Contam*, 25,1195-1207.

Hord NG, Tang Y, Bryan N (2009). Food sources of nitrates and nitrites : the physiological context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr*, 90, 1-10.

Institute of Food Technologists (2006). Antimicrobial resistance: implications for the food system. An expert report of the IFT. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 5, 71-137.

Jahan K, Paterson A (2007). Lipid composition of retailed organic, free-range and conventional chicken breasts. *Int J Food Sci Technol*, 42, 251-262.

Johannessen GS, Froseth RB, Solemdal J, Jarp Y, Wasreson Y, Rorvik LM (2004). Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic iceberg lettuce. *J Appl Microbiol*, 96, 787-794.

Katan MB (2009). Nitrate in foods: harmful or healthy? *Am J Clin Nutr*, 90, 1-2.



- Kristensen M, Ostergaard LF, Halekoh U, Jorgensen H, Lauridsen C, Brandt K, Bügel S (2008). Effect of plant cultivation methods on content of major and trace elements in foodstuffs and retention in rats. *J Sci Food Agric* (publié en ligne, 5 août 2008).
- Lairon D (2009). La qualité des produits de l'agriculture biologique. *Innovations Agronomiques (Inra)*, 4, 281-287.
- Lairon D (2009). Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agron Sustain Dev*, (en ligne).
- Lavrencic A, Levart A, Salobir J (2007). Fatty acid composition of milk produced in organic and conventional dairy herds in Italy and Slovenia." *Ital J Anim Sci*, 6, 437-439.
- Leifert C, Rembalkowska E, Nielson JH, Cooper JM, Butler G, Lueck L (2007). Effects of organic and "low input" production methods on food quality and safety. In: Niggli U, Leifert C, Alföldi T, Lück L, Willer H (Eds). *Improving sustainability in organic and low input production systems. Proc 3<sup>rd</sup> Int Congress of the European integrated Project Quality Low Input Food (QLIF)*. University Hohenheim, Germany, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), CH.
- Leifert C, Shiel R, Lueck L, Cooper J, Sanderson RJ, Shotton P (2007). Effect of organic, "low input" and conventional crop production systems on crop yield, quality and health: the Nafferton Factorial Systems Comparison Experiments. *Ann Appl Biol*, in press (not published in 2009 !).
- Leifert C, Niggli U (2009). Quantifying the effect of organic and low input production methods on food quality and safety and human health. Final report of QLIF, subproject 2 "Effects of production methods" ([www.qlif.org](http://www.qlif.org)).
- Lester GE, Manthey JA, Buslig BS (2007). Organic vs conventionally grown Rio Red wholegrapefruit and juice: comparison of production inputs, market quality, consumer acceptance, and human health-bioactive compounds. *J Agric Food Chem*, 55, 4474-4480.
- L'Hirondel J (1993). Le métabolisme des nitrates et des nitrites chez l'homme. *Cah Nutr Diet*, 28, 341-349.
- L'Hirondel J, L'Hirondel JL (2004). Les nitrates et l'homme – Toxiques, inoffensifs ou bénéfiques ? Ed Institut de l'environnement, 2ème éd, 256p.
- L'Hirondel JL, Avery AA, Addiscott TM (2006). Dietary nitrate: where is the risk? *Environ Health Perspect*, 114, A458-A459.
- Lucas A, Hulin S, Michel V et al (2006). Relations entre les conditions de production du lait et les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel dans le fromage : études en conditions réelles de production. *INRA Prod Anim*, 19, 15-28.
- Mäder P, Hahn D, Dubois D, Gunst L, Alföldi T, Bergmann H, Oehme M, Amadò R, Schneider H, Graf U, Velimirov A, Fliessbach A, Niggli U (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *J Sci Food Agric*, 87, 1826-1835.
- Magkos F, Arvaniti F, Zampelas A (2006). Organic food: buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 46, 23-56.
- McKnight GM, Duncan CW, Leifert C, Golden MH (1999). Dietary nitrate in man: friend or foe? *Br J Nutr*, 81, 349-358.
- Meyer M, Adam ST (2008). Comparison of glucosinolate levels in commercial broccoli and redcabbage from conventional and ecological farming." *Eur Food Res Technol*, 226, 1429-1437.
- Minelli G, Sirri F, Folegatti E, Meluzzi A, Franchini A (2007). Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Ital J Anim Sci*, 6, 728-730.
- Mitchell AE, Hong YJ, Koh E, Barrett DM, Bryant DE, Denison RF, Kaffka S (2008). Ten-year comparison of the influence of organic and conventional management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *J Agric Food Chem*, 55, 6154-6159.
- Moreira M d R, Roura SI, Valle CE del (2003). Quality of Swiss chard produced by conventional and organic methods." *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie*, 36, 135-141.
- Mukherjee A, Speh D, Diez-Gonzalez F (2007). Association of farm management practices with risk of *Escherichia coli* contamination in pre-harvest produce grown in Minnesota and Wisconsin. *Int J Food Microbiol*, 120, 296-302.
- Murphy PA, Hendrich S, Landgren C, Bryant CM (2006). Food mycotoxins: an update. *J Food Sci*, 71, 851-865.

- Nunez-Delicado E, Sanchez-Ferrer A, Garcia-Carmona FF, Lopez-Nicolas JM (2005). Effect of organic farming practices on the level of latent polyphenol oxidase in grapes. *J Fod Sci*, 70, C74-C78.
- Peck GM, Andrews PK, Reganold JP, Fellman JK (2006). Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *Hort Sci*, 41, 99-107.
- Pérez-López AJ, López-Nicolás JM, Carbonell-Barrachina AA (2007a). Effects of organic farming on minerals contents and aroma composition of Clemenules mandarin juice. *Eur Food Res Technol*, 225, 255-260.
- Pérez-López AJ, López-Nicolas JM, Núñez-Delicado E, Amor FM del, Carbonell-Barrachina AA. (2007b). Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet peppers, cv. Almuden." *J Agric Food Chem*, 55, 8158-8164.
- Petersson J, Phillipson M, Jansson EA, Patzak A, Lundberg JO, Holm L (2007). Dietary nitrate increases gastric mucosal blood flow and mucosal defense. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 292, G718-G724.
- Petersson J (2008). Nitrate, nitrite and nitric oxide in gastric mucosal defense. Uppsala University. <http://urn.kb.se/resolve?urn:nbn:se:uu:diva-8624>.
- Petr J (2006). Quality of triticale from ecological and intensive farming. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 37, 95-103.
- Prache S, Ballet J, Jailler R, Meteau K, Picard B, Renner M, Bauchart D (2009). Comparaison des qualités de la viande et de la carcasse d'agneaux produits en élevage biologique ou conventionnel. *Innov Agronom Inra*, 4, 289-296.
- Pussemier L, Piérard JY, Anselme M, Tangni EK, Motte JC, Larondelle Y (2006). Development and application of analytical methods for the determination of mycotoxins in organic and conventional wheat. *Food Addit Contam*, 23, 1208-1218.
- Pussemier L, Larondelle Y, van Peteghem C, Huyghebaert A (2006). Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs. A tentative comparison under Belgian conditions. *Food Control*, 17, 14-21.
- Reinstein S, Fox JT, Shi X, Alam MJ, Renter DG, Nagaraja TG (2009). Prevalence of *Escherichia coli* 0157:H7 in organically and naturally raised beef cattle. *Appl Environ Microbiol*, 75, 5421-5423.
- Rembialkowska E (2007). Quality of plant products from organic agriculture. *J Sci Food Agric*, 87, 2757-2762.
- Ristic M, Freudenreich P, Damme K, Werner R, Bittermann A, Schussler G, Kostner U, Ehrhardt S (2007). Meat quality of broilers: a comparison between conventional and organic production. *Fleischwirtschaft*, 87, 114-116.
- Rodríguez J, Ríos D, Rodríguez E, Díaz C (2006). Physico-chemical changes during ripening of conventionally, ecologically and hydroponically cultivated Tyrlain (TY 10016) tomatoes. *Int J Agric Res* 1, 452-461.
- Rossi F, Godani F, Bertuzzi T, Trevisan M, Ferrari F, Gatti S (2008). Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *Eur J Nutr*, 47, 266-272.
- Roose M, Kahl J, Ploeger A (2009). Influence of the farming system on the xanthophylls of soft and hard wheat. *J Agric Food Chem*, 57, 182-188.
- Sato K, Bartlett PC, Kaneene JB, Downess FP (2004). Comparison of prevalence and antimicrobial susceptibilities of *Campylobacter* spp. Isolates from organic and conventional dairy herds in Wisconsin. *Appl Environ Microbiol*, 70, 1442-1447.
- Schneweis I, Meyer K, Ritzmann M, Dempfle L, Bauer J (2005). Influence of organically or conventionally produced wheat on health, performance and mycotoxin residues in tissues and bile of growing pigs. *Arch Anim Nutr*, 59, 155-163.
- Schwaiger K, Schmied E-M V, Bauer J (2008). Comparative analysis of antibiotic resistance characteristics of Gram-negative bacteria isolated from laying hens and eggs in conventional and organic keeping system in Bavaria, Germany. *Zoonoses Public Health*, 55, 331-341.
- Schwaiger K, Schmied E-M V, Bauer J (2009). Comparative analysis of antibiotic resistance characteristics of *Listeria* spp. and *Enterococcus* spp. isolated from laying hens and eggs in

- conventional and organic keeping system in Bavaria, Germany. *Zoonoses Public Health* : doi: 10.1111/j.1863-2378.2008.01229.x
- Slots T, Butler G, Leifert C, Kristensen T, Skibsted LH, Nielsen JH (2009). Potentials to differentiate milk composition by different feeding strategies. *J Dairy Sci*, 92, 2057-2066.
- Stracke BA, Rfer CE, Weibel FP, Bub A, Watzl B (2009a). Three-year comparison of the polyphenol contents and antioxidant capacities in organically and conventionally produced apples (*Golden delicious*). *J Agric Food Chem*, 57, 4598-4605.
- Stracke BA, Rüfer CE, Bub A, Briviba K, Seifert S, Kunz C, Watzl B (2009b). Bioavailability and nutritional effects of carotenoids from organically and conventionally produced carrots in healthy men. *Br J Nutr*, 101, 1664-1672.
- Tarozzi A, Hrelia S, Angeloni C, Morroni F, Biagi P, Guardigli M, Cantelli-Forti G, Hrelia P (2006). Antioxidant effectiveness of organically and non-organically grown red oranges in cell culture systems. *Eur J Nutr*, 45, 152-158.
- Thompson LH, Carter P, Whiteley A, Bailey M, Leifert C, Killham K (2007). Salivary nitrate-an ecological factor in reducing oral acidity. *Oral Microbiol Immunol*, 22, 67-71.
- Trewavas A (2007). A critical assessment of organic-farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environment benefits of no-till agriculture. Elsevier.
- Veberic R, Trobec M, Herbinger K, Hofer M, Grill, D, Stampar F (2005). Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *J Sci Food Agric*, 85, 1687-1694.
- Vian MA, Tomao V, Coulomb PO, Lacombe JM, Dangles O (2006). Comparison of the anthocyanin composition during ripening of Syrah grapes grown using organic or conventional agricultural practices. *J Agric Food Chem*, 54, 5230-5235.
- Walshe BE, Sheehan EM, Delahunty CM, Morrissey PA, Kerry JP (2006). Composition, sensory and shelf life stability analyses of Longissimus dorsi muscle from steers reared under organic and conventional production systems. *Meat Sci*, 73, 319-325.
- Williams CM (2002). Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proc Nutr Soc*, 61, 19-24.
- Williamson (2007). Is organic food better for our health? *Nutr Bull*, The British Nutrition Foundation, 32, 104-108.
- Winter CK, Davis SF (2006). Organic foods. *J Food Sci*, 71, R1174-R124.
- Winter CK (2009). Organic food production and its influence on naturally occurring toxins. In: Kirchmann H, Bergström L, Eds, "Organic crop production-Ambitions and limitations", Springer.
- Wszelaki A, Delwiche J, Walker S, Liggett R, Scheerens J, Kleinhenz M (2005). Sensory quality and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum*). *J Sci Food Agric*, 85, 720-726.
- Yildirim HK, Akcay YD, Guvenc U, Sozmen EY (2004). Protection capacity against low-density lipoprotein oxidation and antioxidant potential of some organic and non-organic wines." *Int J Food Sci Nutr*, 55, 351-362.
- Young JE, Zhao X, Carey EE, Welti R, Yang SS, Wang WQ (2005). Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Molec Nutr Food Res*, 49, 1136-1142.
- Zorb C, Langenkamper G, Betsche T, Niehaus K, Barsch A (2006). Metabolite profiling of wheat grains (*Triticum aestivum* L.) from organic and conventional agriculture. *J Agric Food Chem*, 54, 8301-8306.

# Agriculture biologique et environnement

**Philippe Viaux**

Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

De nombreuses études ont été réalisées sur ce thème depuis plusieurs années. Il existe d'ailleurs une revue bibliographique récente, réalisée dans le cadre du RMT (réseau mixte technologique) DevAB à laquelle on peut se référer (Fleurenceau et al 2008).

## **Limites de l'étude**

Dans ce qui suit nous nous contenterons d'une analyse de la situation en France métropolitaine ou en utilisant des données extrapolables à la situation française. En effet, les impacts des systèmes AB sur l'environnement sont sans doute très différents suivant les régions du monde. Le niveau d'intensification des systèmes conventionnels est très variable d'une région à l'autre en raison de contextes agricoles différents et, par ailleurs, de conditions pédoclimatiques trop éloignées de ce que nous connaissons.

De même, il faut éviter de généraliser les impacts positifs ou négatifs des systèmes AB. Ces impacts sont très variables suivant les systèmes. Pour bien faire, il faudrait systématiquement rechercher pour chaque système (arboriculture, viticulture, céréaliculture, systèmes avec élevage, etc.) l'impact du système sur chacun des aspects suivants : qualité de l'eau (nitrates, phosphates, pesticides...), qualité de l'air (NH<sub>3</sub>, Pesticides, GES : N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>), préservation des ressources naturelles (énergie fossile, fertilisants, sols, eau), biodiversité et paysages.

Enfin, dans certains cas, les pratiques AB (et conventionnelles) sont extrêmement variables d'un agriculteur à l'autre. C'est en particulier le cas de la viticulture AB. Ainsi Teil et Barrey s'intéressent à la viticulture biologique en la situant dans le cadre d'évolution plus large des vins de qualité. L'étude démontre la variabilité des pratiques se réclamant plus ou moins de l'AB, certaines pratiques innovantes, en AB mais souvent hors AB, dépassant du reste le cahier des charges AB (exemple de l'évitement du cuivre).

## **Qualité de l'eau**

### **Les pratiques des agriculteurs en AB limitent le lessivage des nitrates**

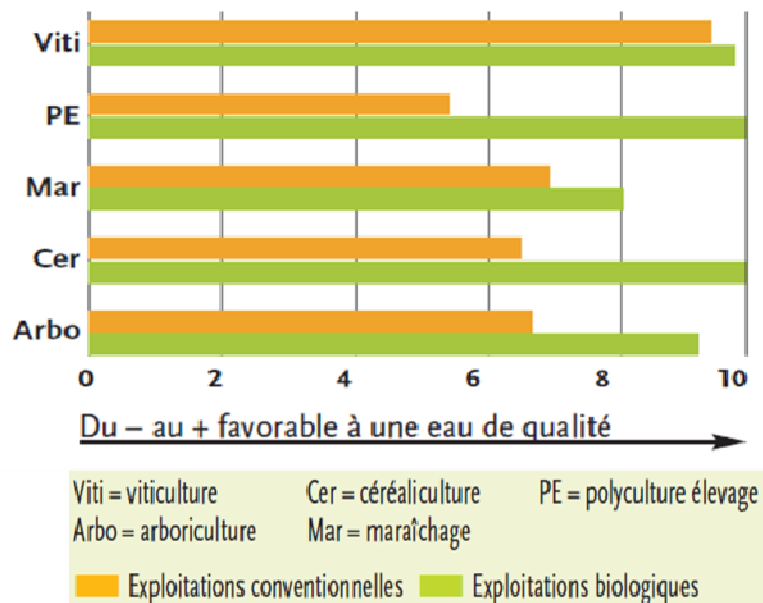
On estime que la concentration « naturelle » en nitrates des eaux souterraines en l'absence de fertilisation est de 5 à 15 mg/l (c'est un ordre de grandeur courant sous forêt). La norme de potabilité dans l'UE est inférieure à 50 mg/l.

Les agriculteurs AB n'utilisent pas d'engrais azoté de synthèse. L'azote nécessaire à la croissance des plantes est apporté soit par la fixation symbiotique des légumineuses (luzernes, trèfles, légumineuses à graine, etc.) soit par des fertilisants organiques autorisés par la réglementation (guano, farines de viandes et de sang, farines de plumes hydrolysées...). Dans les exploitations sans élevage certains agriculteurs utilisent des produits organiques d'origine conventionnelle (fumier de bovin composté par exemple) autorisé par la réglementation. Par ailleurs, certains produits comme les vinasses de sucrerie ont un comportement voisin d'un engrais minéral. Dans les systèmes de polyculture- élevage la fumure organique provient de l'exploitation et est, généralement, bien valorisée en raison de l'obligation du lien au sol. La nouvelle réglementation européenne moins stricte sur le lien au sol pourrait modifier ce constat. Enfin, les agriculteurs AB sont soumis comme les conventionnels aux programmes d'action de la directive nitrate (apport organique < 170 kg de N/ha).

Les teneurs en azote total du sol, de même que les quantités d'azote potentiellement minéralisable, sont généralement plus élevées avec l'AB, mais cette supériorité par rapport à l'AC n'est pas systématique. Les teneurs en azote soluble (nitrates) sont, par contre, régulièrement plus faibles avec l'AB.

Ces constatations s'expliquent assez bien quand on regarde les bilans d'azote total de différents systèmes de culture. Une enquête réalisée auprès de 81 agriculteurs AB et AC du Sud-ouest (dont 40 en AB) par JL Bourdais sur les bilans d'azote montre que pour tous les systèmes les bilans sont généralement mieux équilibrés dans les systèmes AB (Figure 1).

**Figure 1: Comparaison des notes obtenues sur les Bilans d'azote total par les modes de production biologique et conventionnel dans le Sud-ouest (d'après Bourdais 1998)**



Les agriculteurs en grandes cultures AB achètent peu d'engrais organique (0 à 80 kg /ha) en raison du prix élevé de ces produits et de leur efficacité parfois limitée. Dans ces systèmes, les teneurs en N total et en N minéral sont plus faibles que chez les conventionnels et les risques de pertes par lessivage sont donc faibles. Par contre, les maraîchers utilisent des doses/ha d'engrais organique plus importantes, ce qui peut dans certains cas conduire à des risques de lessivage. Mais le problème le plus important pour le lessivage est sans doute la difficile synchronisation entre les besoins des cultures et la minéralisation de la matière organique. Ainsi, le retournement des prairies ou de légumineuses fourragères (luzerne, trèfle, etc.) libère des quantités importantes d'azote qui est difficile à valoriser en totalité par la culture suivant le retournement.

### Produits phytosanitaires

Rappelons que la DCE (Directive Cadre Eaux européenne - 2000/60/CE) vise à reconquérir la qualité des eaux et à atteindre en 2015 un bon état écologique. En décembre 2006, le projet de loi sur l'eau, visant à décliner dans la loi française cette directive, est adopté par l'Assemblée nationale (J O du 31/12/2006). Concernant les pesticides, la directive cadre sur l'eau fixe un niveau maximum de résidus dans l'eau : 0,1 µg/l pour une substance active et 0,5 µg/l pour la totalité des substances actives dans l'eau potable. Bien que beaucoup d'auteurs soient sceptiques sur notre capacité à atteindre cet objectif dans les délais prescrits dans la directive, il a été décidé, suite au Grenelle de l'environnement, de privilégier 500 BAC (bassin d'alimentation de captage) sur lesquels des plans

d'actions sont mis en place par les agences de l'eau. D'après l'Ifen, on note en 2005 la présence<sup>48</sup> de pesticides sur 91 % des points de mesure des cours d'eau et 55 % des points de mesure des eaux souterraines (rapport décembre 2008).

Le mode de production biologique présente un avantage indéniable : en interdisant totalement les molécules de synthèse, les risques de transferts vers les eaux souterraines ou les eaux de surface sont considérablement réduits. Le passage au système AB sera souvent long à se faire sentir en terme de qualité des eaux. La suppression de l'atrazine (interdit depuis 2001 en France, depuis 1990 en Allemagne) montre qu'il faut plusieurs décennies pour que la qualité de l'eau s'améliore. On voit en effet baisser assez rapidement le taux d'atrazine dans l'eau mais une montée de la déséthyle atrazine (produit de dégradation de l'atrazine). Parallèlement à la baisse d'un certain nombre de molécules interdites, on observe la progression de certains produits comme le glyphosate ou l'AMPA (produit de dégradation du glyphosate), ou des produits de remplacement de produits interdits (par exemple la bentazone qui remplace l'atrazine pour désherber le maïs).

L'absence de traitement conduit aussi à une amélioration de l'activité biologique du sol. Dans l'essai DOK, essai de longue durée en polyculture conduit par le FIBL depuis 1978 en Suisse (Mäder et al), il a été montré que les systèmes AB avaient plus de vers de terre, de carabidés, d'araignées, de mycorhizes. Une partie de ces résultats est probablement attribuable à l'absence de traitements phytosanitaires.

### **Développer la production AB sur des bassins d'alimentation de captage**

Alors que dans beaucoup de bassins d'alimentation de captage (BAC) les Agences de l'eau souhaitent développer l'AB pour améliorer la qualité de l'eau, nous manquons de données chiffrées qui permettraient de préciser quels seraient les effets de ce changement de système sur les teneurs en nitrates et en pesticides des eaux de surface et des eaux souterraines.

Nous évoquons ci-dessous les deux exemples les plus connus : Vittel et Munich. D'autres travaux existent sur des bassins versants où des actions importantes ont été menées pour réduire les transferts de nitrates et pesticides en proposant aux agriculteurs des cahiers des charges plus ou moins contraignants.

#### **L'exemple de Vittel**

C'est parce qu'elle avait constaté un lent mais régulier accroissement de la teneur en nitrate des eaux de surface de son périmètre de captage (5 000 ha) que la Société Vittel a interpellé en 1988 les chercheurs agronomes de l'Inra de Mirecourt et qu'un collectif pluridisciplinaire de recherche s'est constitué pour conduire une recherche en partenariat. Pour améliorer la qualité de l'eau du bassin, beaucoup d'agriculteurs (essentiellement en polyculture élevage) ont été incités à passer en AB. (Sur 35 agriculteurs concernés seuls deux producteurs restaient à convaincre en 2007). Ces agriculteurs ont ainsi remplacé une partie de leurs cultures annuelles (en particulier le maïs) par d'importantes surfaces en herbe dans leur assolement : des prairies permanentes et plusieurs années de prairies temporaires dans les rotations. Marc Benoît et son équipe ont mesuré le lessivage des nitrates sous des parcelles AB en polyculture-élevage dans cette région. Pour cela, en 1989, des bougies poreuses ont été implantées à 90 cm de profondeur, sous des terres labourées et sous des prairies. Les bougies poreuses permettent de collecter l'eau qui s'écoule sous le système racinaire ; la teneur en nitrates de cette eau a été mesurée. Au niveau d'un bassin versant conduit en AB depuis 1977, l'eau « produite » contient 23 à 28 mg/l de NO<sub>3</sub>, donc une teneur très inférieure à la norme.

Ce résultat est sans doute en partie dû au remplacement du maïs par de la prairie. C'est là le point fort des exploitations AB de polyculture-élevage qui remplacent le maïs par des prairies. Les

---

<sup>48</sup> Sur ce sujet cf. le texte de J-L Bernard sur la protection des cultures : la notion de « détecté » pose le problème de la sensibilité des instruments de mesure qui s'améliore sans cesse.

prairies sont, dans la mesure où elles sont peu fertilisées (<250 kg N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>), de très bons pièges à nitrates.

### **L'exemple de Munich**

Le cas de Munich est souvent cité en exemple car, dans un bassin versant d'environ 6000 ha (dont la moitié de forêt), le passage à partir de 1992 de presque tous les agriculteurs en AB (92 %) a permis de faire baisser la teneur en nitrate des eaux de 43 % (baisse de 14 à 8 mg/l) et les teneurs en produits phytosanitaires de 54% (baisse de 0,065 µg/l à 0,03 µg/l).

## **Qualité de l'air**

### **Pesticides dans l'air**

Un produit phytosanitaire peut se retrouver dans l'atmosphère en raison de deux phénomènes : la dérive, c'est-à-dire la perte de matières actives au moment de l'application, ou la volatilisation de la substance active qui était déposée sur le sol ou sur les plantes. De nombreux suivis sont entrepris sur ce sujet depuis quelques années (par exemple programme régional INTERCIRE (Coignard et Lorente, 2006). On mesure soit des ng/m<sup>3</sup> d'air soit des ng/l dans l'eau de pluie mais, contrairement aux pesticides dans l'eau, il n'y a pas de normes pour les pesticides dans l'air (alors qu'il en existe pour de nombreux polluants atmosphériques comme l'ozone : 110 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures ; le benzène : 2 µg/m<sup>3</sup> ; NO<sub>2</sub> : 40 µg/m<sup>3</sup> ; SO<sub>2</sub> : 50 µg/m<sup>3</sup>). Il existe un bruit de fond avec des produits type lindane atrazine interdits depuis plusieurs années (1 à 5 ng/l d'eau de pluie). Mais certains produits se retrouvent en quantité non négligeable dans l'air, tel le Folpel (fongicide vigne) qui est retrouvé en grandes quantités dans l'air pendant les périodes de traitements (167 à 1 242 ng/m<sup>3</sup>) dans les régions viticoles ou le fenpropimorphe et le fenpropidine (fongicides céréales) (10 à 20 ng/m<sup>3</sup>) dans les zones de grandes cultures. Des herbicides très volatils comme la trifluraline (herbicides colza interdits en France depuis 2008) sont aussi retrouvés en quantité importante au moment des applications. Là encore l'avantage de l'AB paraît important mais on peut cependant trouver des exceptions avec l'utilisation du soufre en arboriculture AB.

### **Les gaz à effet de serre**

Concernant les GES (gaz à effet de serre) il faut rappeler que, d'après le Citepa, l'agriculture française contribue pour environ 107,9 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> aux émissions totales françaises, soit 20 % du total : environ la moitié sous forme de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), 40 % sous forme de méthane et 10 % sous forme de CO<sub>2</sub>. Les problèmes méthodologiques pour calculer les contributions aux GES de différents systèmes de production agricole restent très importants. D'une part, parce que le protoxyde d'azote émis est estimé forfaitairement (1,25% pour l'apport au sol – Citepa) indépendamment du type de sol (!) et des conditions de fabrication des engrais, alors que certains auteurs pensent que la contribution serait plus proche de 3 %. Par ailleurs, le stockage du carbone dans le sol n'est jamais pris en compte faute de données précises sur les stocks de carbone dans les sols (notons que l'on connaît assez bien les évolutions des teneurs en carbone des sols mais non l'évolution des stocks qui sont très dépendants de la profondeur de travail du sol).

L'influence de l'AB sur la réduction des GES est complexe à évaluer et ses avantages restent à démontrer. Cependant, l'AB applique plusieurs des pratiques agricoles qui permettent d'augmenter le stockage du carbone dans le sol (engrais vert, utilisation d'engrais organiques), mais cet effet est sans doute faible.

Une étude réalisée par Solagro (Bochu, 2007) sur environ 900 exploitations françaises de tous types et de toutes régions avec l'outil Planete développé par Solagro en collaboration avec l'Ademe donne des résultats intéressants. Ainsi les émissions de GES en grandes cultures s'élèvent en moyenne à 2,2 teqCO<sub>2</sub> / ha SAU et 0,46 teqCO<sub>2</sub> / t MS. Les émissions de N<sub>2</sub>O (56%) sont plus importantes que celles de CO<sub>2</sub> (44%), qui comprennent les émissions dues aux carburants, à la

fabrication d'engrais et du matériel. Au total, en grandes cultures, les émissions de GES dues aux engrais (fabrication, épandage) représentent environ 70 à 80% des émissions de GES de ces exploitations. En grandes cultures, l'absence d'utilisation d'engrais azoté de synthèse est le facteur qui a le plus d'influence pour limiter les émissions de GES.

Les émissions moyennes de GES des exploitations « bovin lait strict » s'élèvent à 5,3 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub> par ha SAU, et 1,4 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub> pour 1 000 litres de lait vendu (1,35 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub> pour Capper, 2009). Les émissions de CH<sub>4</sub> sont prépondérantes (51%), suivies par celles de N<sub>2</sub>O (32%) et par celles de CO<sub>2</sub> (17%). Les émissions de GES en « bovin lait » varient très fortement d'une exploitation à l'autre (facteur 4 entre les extrêmes). Il n'y a pas de lien entre la consommation d'énergie et les émissions de GES, ce qui peut s'expliquer par l'importance du méthane dans les émissions de GES.

Les émissions moyennes de GES des exploitations « Viande strict » s'élèvent à environ 20 kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub> / kg vif en bovin et ovin viande et à environ 3,0 kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/kg vif en porc. Les émissions de CH<sub>4</sub> sont prépondérantes avec 52 à 67% en moyenne selon l'espèce. Les émissions de N<sub>2</sub>O représentent environ 1/3 des émissions et celles de CO<sub>2</sub> environ 12%. Les émissions de GES sont très variables dans les productions bovine et ovine (facteur 3 entre les extrêmes), alors qu'elles paraissent plus constantes en production porcine.

L'étude très détaillée de Kool et al (2009) sur la production de porcs AB et AC dans 4 pays européens montre que les émissions de GES par kg de viande produite sont plus élevés en AB qu'en AC d'environ 23 % (en moyenne 3,6 en AC ; 4,4 en AB en kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/kg vif) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'aliment représente la plus grosse partie des émissions quel que soit le système de production (61 à 66 % en AC ; 48 à 58 % en AB). Bien que les émissions de GES liés à la production d'aliment soient plus faibles en AB qu'en AC (-18% ; 509 kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/t d'aliment en AC, 419 kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/t en AB), l'impact de l'alimentation est globalement un peu plus élevé en AB qu'en AC en raison du moins bon coefficient de transformation de l'aliment en système AB. Les émissions de GES sont surtout supérieures en AB en raison des méthodes d'élevage : en Angleterre, où les porcs sont entièrement élevés en plein air, 33% des émissions de GES (essentiellement du N<sub>2</sub>O) sont dus à cette pratique. En Allemagne, les porcs sont élevés sur litière de paille et c'est la gestion des fumiers pailleux (consommation de paille, stockage du fumier pendant 1an, etc.) qui entraîne une augmentation importante des émissions de GES. Ces différences de pratiques d'élevage (non liées au cahier des charges AB) expliquent qu'on observe une plus grande variabilité des émissions de GES en AB (entre pays) qu'en AC.

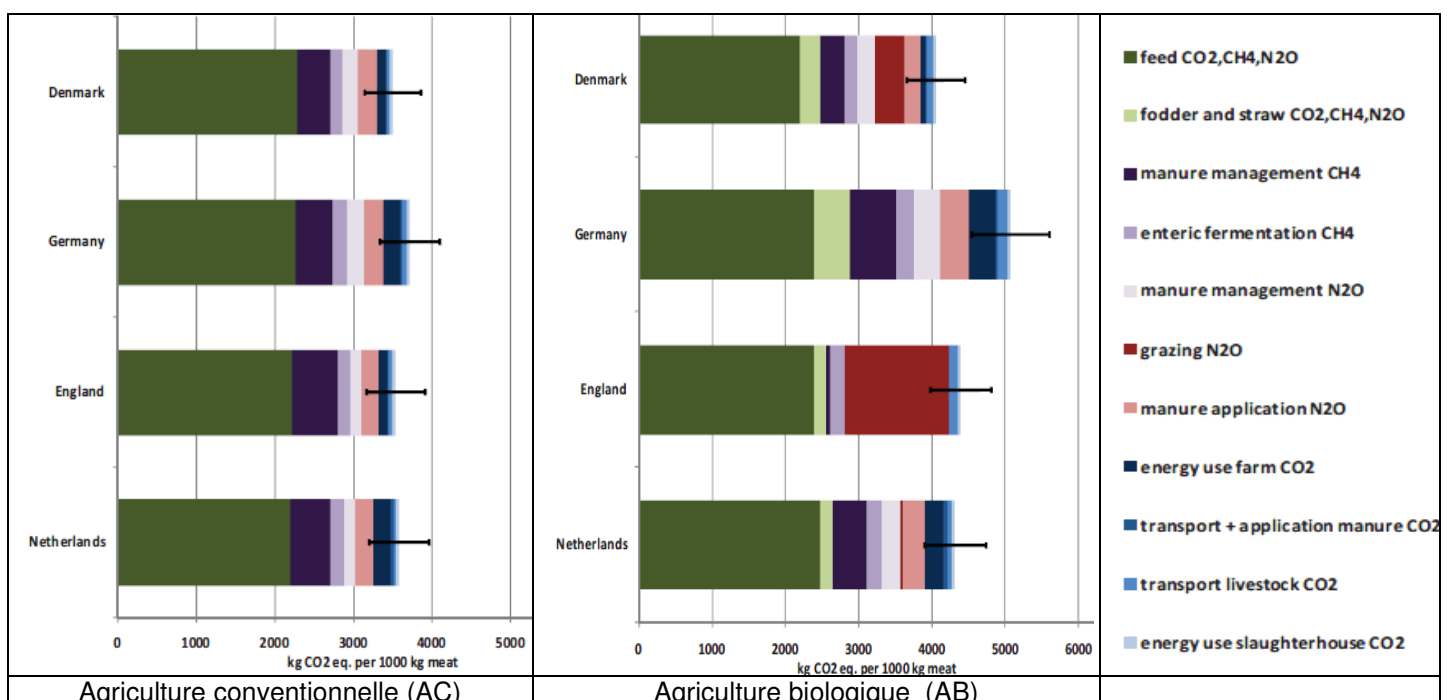


Figure 2 : Impact GES de la production de viande de porc AB et AC (d'après Kool et al, 2009)



Dans le dispositif expérimental de longue durée des « fermes de Boigneville » à Arvalis (91) on compare différents systèmes de production en grandes cultures. Dans les systèmes céréaliers conventionnels les 2/3 des émissions sont dus directement ou indirectement aux apports d'azote (cf. Tableau 1). Le système AB est donc logiquement celui qui émet le moins de  $\text{teqCO}_2$  à l'ha. Il est très difficile de calculer les émissions à la tonne produite d'une production (par exemple pour le blé) en particulier en AB. En effet, comme l'azote utilisé par le blé est apporté par de la luzerne de la tête de rotation, il faudrait donc tenir compte des émissions de GES de la luzerne pour faire un calcul sur le blé. Néanmoins, alors que les rendements en blé sont divisés par 2 entre le système irrigué et le système AB, les émissions de GES sont divisées environ par 4, à la tonne produite. Le blé AB émet donc moins de GES à la tonne, ce qui est cohérent avec les valeurs calculées par Kool (2009).

**Tableau 1 : Exemple de calcul des émissions de GES pour 4 systèmes de production du blé (source Arvalis Boigneville (91) essais de longue durée)**

Bilan gaz à effet de serre		Système "irrigué"	Système "simplifié"	Système "intégré"	Système "AB"
<b>Emissions de gaz à effet de serre</b>					
Mécanisation (matériel + carburants)	<i>Grands traits de l'itinéraire</i>	85 l/ha de carburant	56 l/ha de carburant	99 l/ha de carburant	84 l/ha de carburant
	<b>Emissions du poste ( kg éq CO<sub>2</sub>/ha)</b>	937	514	1 001	681
Fertilisation NPK	<i>Grands traits de l'itinéraire</i>	219 kg/ha d'azote	225 kg/ha d'azote	138 kg/ha d'azote	0 kg/ha d'azote
	<b>Emissions du poste ( kg éq CO<sub>2</sub>/ha)</b>	3 587	3 710	2 357	244
Irrigation	<i>Grands traits de l'itinéraire</i>	28 mm d'eau	0 mm d'eau	0 mm d'eau	0 mm d'eau
	<b>Emissions du poste ( kg éq CO<sub>2</sub>/ha)</b>	19	0	0	0
Autres (semences, produits phytosanitaires, ...)	<i>Grands traits de l'itinéraire</i>	2,17 kg/ha de matière active et 153 kg/ha de semence	5,30 kg/ha de matière active et 126 kg/ha de semence	2,77 kg/ha de matière active et 132 kg/ha de semence	0 kg/ha de matière active et 125 kg/ha de semence
	<b>Emissions du poste ( kg éq CO<sub>2</sub>/ha)</b>	90	135	96	46
<b>Total émissions gaz à effet de serre</b>		4 633	4 359	3 454	971

D'une manière plus générale en agriculture, les émissions de GES sont indépendantes de la consommation totale d'énergie, ce qui est dû à la part importante du méthane chez les animaux et du  $\text{N}_2\text{O}$ .

Pour les systèmes lait et viande, il semble donc que seule une bonne prise en compte des pratiques d'élevage (au delà du choix de l'aliment AB ou AC) permettrait de réduire les émissions de GES.

## Préservation des ressources naturelles non renouvelables

### Qualité des sols (source principale : Blanchard et al, 2005)

Le maintien et l'amélioration de la qualité des sols est une préoccupation majeure au niveau mondial. L'UE a introduit la protection des sols dans la conditionnalité des aides PAC et propose dans le cadre du sixième programme d'action pour l'environnement (2002) une directive cadre (en cours de discussion).

La supériorité des teneurs en matière organique des sols cultivés en AB s'observe pour la grande majorité des comparaisons entre AB et AC (d'après Lotter 2003, cité par Moreau et al).

Dans la synthèse de Lotter, sur 13 études comparatives entre AB et AC, 10 montrent des teneurs en C significativement supérieures pour AB contre 3 qui ne présentent pas de différence significative. Cette supériorité est liée aux apports d'engrais organique nécessaire à faire fonctionner ces systèmes : pour éviter d'être en carence azotée, on apporte souvent des quantités importantes d'engrais de ferme. Cependant, ces engrais de ferme proviennent en partie de système conventionnel. Les cultures d'engrais vert et, de façon plus générale, la gestion intégrée des différentes sources de matière organique existantes, pratiquées en AB, peuvent expliquer cette supériorité (Lotter, 2003). Dans des sols de cultures maraîchères AB en Angleterre, Armstrong et al. (2000) constatent également une différence qualitative de la matière organique, qui se traduit par la présence d'acides humiques en plus fortes teneurs et de plus courte durée de vie.

De la même façon, dans tous les cas où elle a été étudiée, la biomasse microbienne du sol s'avère plus importante avec l'AB, excepté dans l'étude menée par Shannon et al. (2002) en Angleterre où il n'est pas apparu de différence significative. La diversité microbienne (spécifique et fonctionnelle) et l'activité microbienne sont également plus élevées dans les sols d'AB, ainsi que les activités respirométriques et enzymatiques (Reganold et al. 1993 ; Fauci et al. 1994, Mäder et al. 2002 ; Shannon et al., 2002). Plusieurs études montrent que la colonisation des racines par les mycorhizes vésiculaires et arbusculaires est plus importante dans le cas des cultures AB (Mäder et al. 2000), avec les influences bénéfiques que peuvent avoir ces champignons pour la nutrition minérale ou la protection phytosanitaire des cultures, comme on le verra plus loin. Enfin, les animaux du sol tels que les arthropodes et les vers de terre sont en plus grande abondance, avec une plus grande biomasse et une plus grande diversité d'espèces dans les sols cultivés en AB.

De nombreuses études montrent que l'érosion hydrique du sol est significativement plus faible en AB qu'en AC. Ce résultat s'accorde avec les teneurs en matière organique plus élevées et les meilleurs paramètres physiques du sol : stabilité structurale, densité apparente et perméabilité, indiqués au paragraphe (Lotter, 2003). Dans un essai comparatif réalisé aux Etats-Unis, l'érosion du sol sur des parcelles de culture biologique avec couverture d'engrais verts s'est trouvée réduite de 25% par rapport à l'érosion mesurée sur des parcelles en culture conventionnelle sans travail du sol ; l'érosion de parcelles en culture biologique sans engrais verts étant, par contre, supérieure à celle des deux cas de situation précédents (Lotter, 2003).

### **Fertilisation de fond PK et fertilité chimique**

La manière dont est conduite la fertilisation PK est à rattacher à la préservation des ressources naturelles dans la mesure où une moindre utilisation de P et K permet de préserver les ressources minières et parce que le maintien de la fertilité des sols est un objectif important.

Les bilans minéraux établis pour le phosphore et pour le potassium, dans divers pays d'Europe, montrent des résultats assez irréguliers, mais les exploitations en AB ont généralement des bilans minéraux avec de faibles excédents (plus faibles que ceux observés en AC ; Bourdais, 1998 ; Alföldi et al., 2002.). Cependant les bilans sont parfois négatifs, en particulier en système de grandes cultures sans élevage.

Ainsi, Morel et al (Inra, Bordeaux) ont étudié un ensemble de 5 couples de parcelles de grandes cultures, l'une conduite suivant les pratiques de l'agriculture biologique et l'autre suivant un mode conventionnel. Une première étape a permis de choisir des couples de deux parcelles géographiquement proches l'une de l'autre avec un type de sol ayant une texture comparable et cultivés suivant le même type de système de production. Le système AB est pratiqué depuis 4 à 32 ans suivant les sites. Les auteurs montrent que dans les systèmes sans élevage les bilans P sont négatifs dans environ 20 % des cas et que les écarts entre agricultures conventionnelle et biologique augmentent fortement avec l'antériorité de conversion en agriculture biologique (Tableau 2 et Tableau 3). Ces résultats montrent que les systèmes AB ont des niveaux de P biodisponible (Dyer ou Olsen) significativement plus faibles dès que les parcelles ont plus de 16 ans en conduite AB. Les niveaux

atteints peuvent être extrêmement faibles : 8 mg/kg en P Olsen (sol AB N°8) alors que le seuil de carence actuellement retenu est de 20 mg/kg. Et pourtant chez cet agriculteur (sol AB N°8) les rendements sont plutôt bons (par rapport aux rendements AB de la région). On constate aussi que le phosphore microbien est supérieur en AB, sauf pour la situation en cours de conversion (sol N°4). On peut relier ce résultat à la plus forte activité biologique souvent observée en AB (qui se traduit par exemple par la présence plus importante de mycorhizes) et cela pourrait être un début d'explication sur le fait que les cultures AB ne semblent pas souffrir pour l'instant de carence en P.

En ce qui concerne le potassium échangeable on observe aussi des teneurs plus faibles dans les exploitations AB, aussi bien dans les systèmes grandes cultures que dans les systèmes mixtes avec élevage.

Sol	Mode	Ant.	Ctotal	Ntotal	Cations échangeables		
					Ca	Mg	K
			g/kg MS105°C		g/kg		
4(S)	Conv.	3	4.4a	0.39a	0.2a	0.04b	0.08a
4(S)	Bio.		5.1b	0.43a	0.2a	0.03a	0.11b
1(ALS)	Conv.	16	16.7a	1.91a	4.3a	0.22a	0.15b
1(ALS)	Bio.		21.2b	2.04b	4.3a	0.24b	0.12a
6(LSA)	Conv.	26	9.4a	0.84a	4.6b	0.07a	0.22b
6(LSA)	Bio.		11.4b	1.12b	6.3a	0.12b	0.15a
7(AL)	Conv.	32	12.8a	1.38a	4.0b	0.09a	0.23b
7(AL)	Bio.		13.7b	1.52b	5.4a	0.08a	0.14a
8(AL)	Conv.	32	12.8a	1.39a	4.1a	0.08a	0.21b
8(AL)	Bio.		16.2b	1.76b	8.2b	0.12b	0.15a

**Tableau 2 : Teneur en carbone (Ctotal), teneur en azote total (Ntotal), rapport C/N, capacité d'échange cationique (CEC), teneurs en cations extractibles à l'acétate d'ammonium (Ca, Mg, K) dans les 5 couples de parcelles. Conv. : parcelles cultivées suivant les pratiques de l'agriculture conventionnelle. Bio. : parcelles cultivées suivant les pratiques de l'agriculture biologique.** Pour chaque couple de parcelles, des lettres différentes désignent une différence statistique significative au seuil de P=0.05 entre les deux modes de conduite.

Sol	Mode	Ant.	Ptotal	Pminé.	Porga.	Pmicro.	P extractible	
							P-Dyer	P-Olsen
			mgP/kg		mgP/kg		mgP/kg	
4(S)	Conv	3	377a	264a	113a	3.7b	205a	55a
4(S)	Bio.		369a	275a	94a	1.1a	189a	59a
1(ALS)	Conv	16	597a	413a	184a	14.3a	48a	20b
1(ALS)	Bio.		567a	360a	207a	28.6b	43a	12a
6(LSA)	Conv	26	865a	691a	174a	4.6a	228a	29b
6(LSA)	Bio.		823a	646a	177a	7.8b	147b	10a
7(AL)	Conv	32	776a	543a	233a	11.3a	155a	49b
7(AL)	Bio.		753a	517a	236a	25.4b	136b	12a
8(AL)	Conv	32	789a	525a	264a	5.2a	159b	46b
8(AL)	Bio.		800a	509a	291a	11.1b	122a	8a

**Tableau 3 : Valeurs des mesures relatives au statut phosphaté dans les échantillons de sol des 5 couples de parcelles.**

*P total* : teneur en P après attaque à l'acide fluorhydrique. *P organique* : variation de la teneur en P extrait par l'acide sulfurique avec ou sans calcination à 550°C. *P minéral* : variation entre P total et P organique. *P microbien* : libération d'ions P par fumigation au chloroforme (Morel et al., 1996). *P-Dyer* et *P-Olsen* : extractions chimiques usuelles.

Malgré des teneurs en phosphore total et assimilable plus faibles dans des sols en AB, en Suisse, Mäder et al. (2002) y trouvent une plus grande quantité de phosphatase et davantage de phosphore lié à la biomasse microbienne que dans les sols en AC, avec un flux de phosphore plus rapide au niveau de la solution du sol pour satisfaire les besoins des plantes. La présence de mycorhizes en plus grande quantité dans les sols en AB est un facteur possible d'amélioration de la disponibilité et de l'accessibilité du phosphore, par rapport à l'AC.

D'après S. Hacala (Institut de l'élevage), en système d'élevage bovin avec **pour seul apport** des amendements organiques de l'exploitation (fumiers et composts), les sols des exploitations d'élevage AB semblent généralement bien se porter ! Mais attention, à l'échelle de la parcelle, si le phosphore ne fait jamais défaut, la potasse peut être déficitaire. Ainsi les parcelles consacrées aux productions de fourrages qui n'ont pas été fertilisées dans les deux dernières années ont une biodisponibilité en potassium plus faible, quoique non catastrophique.

Les exploitations d'élevage en AB sont peu consommatrices de concentrés (riches en P et N) et quasiment pas d'engrais organiques achetés. La fertilisation de l'herbe et des cultures repose donc uniquement sur une valorisation optimale des matières organiques issues des animaux : restitution à la pâture, fumiers et composts.

### Consommation en énergie fossile et bilan énergétique

Plusieurs études montrent que l'énergie totale consommée par hectare (GJ/ha), libérant principalement du CO<sub>2</sub> d'origine fossile dans l'atmosphère, est plus faible sur les exploitations en AB que sur les exploitations en AC, comme on le voit au Tableau 4 réunissant des résultats obtenus pour différentes productions en Europe. Les réductions de consommation peuvent aller de 10 à 70 % des quantités d'énergie utilisées en AC, selon les conditions et les productions considérées. Le même tableau montre que les écarts sont moins importants si les quantités d'énergie consommée sont rapportées à l'unité de produit agricole final, et l'énergie consommée (GJ/t) est même plus importante en AB qu'en AC pour deux études recensées (production de pommes de terre et de pommes). En production laitière en Allemagne, la quantité d'énergie globale utilisée en AB par unité de surface exploitée représente moins du tiers de l'énergie nécessaire en AC ; cette quantité représentant moins de la moitié de celle de l'AC lorsqu'elle est rapportée à la production du litre de lait, en raison de la production par ha supérieure en AC (Haas *et al.*, 2001).

Productions et études	Energie consommée GJ/ha			Energie consommée GJ/t		
	AC	AB	AB-AC en % AC	AC	AB	AB-AC en % AC
<b>Blé d'hiver</b>						
Alfödi et al. 1995		10	- 41	4,21	2,83	- 33
Haas et Köpke 1994 a	17,2	6,1	-65	2,70	1,52	- 43
Reitmayr 1995	16,5	8,2	-51	2,38	1,89	- 21
<b>Pommes de terre</b>						
Alfödi et al. 1995	38,2	27,5	- 28	0,07	0,08	+ 7
Haas et Köpke 1994 b	24,0	13,1	- 46	0,08	0,07	- 29
Reitmayr 1995	19,7	14,3	- 27	0,05	0,06	+ 29
<b>Citrons</b>						
Barbera et la Mantia, 1995	43,3	24,9	- 43	1,24	0,83	- 33
<b>Olives</b>						
Barbera et la Mantia, 1995	23,8	10,4	- 56	23,8	13,0	-45
<b>Pommes</b>						
Geier et al 2001	37,35	33,8	- 9,5	1,73	2,13	+ 23
<b>Lait</b>						
Cedergerg et Mattson 1998	22,2	17,2	- 23	2,85	2,41	-15
Wetterich et Haas 1999	10,1	5,9	- 69	2,65	1,21	-54

**Tableau 4: Comparaison de la consommation d'énergie en Agriculture Biologique (AB) et en Agriculture Conventiennelle (AC) pour différentes productions**

Source : Stolze et al. 2000, Alfödi et al. 2002 adapté par Gautronneau et al.

## **AB et Biodiversité**

(Source principale Esco agriculture et biodiversité)

### **De quoi parle-t-on ?**

Le terme "biodiversité", apparu dans les années 80, a été popularisé par le Sommet de la Terre de Rio en 1992. Il englobe trois niveaux d'organisation du vivant : la diversité écologique (ou diversité des écosystèmes), la diversité spécifique (diversité des espèces ou interspécifique), la diversité génétique (ou intra-spécifique).

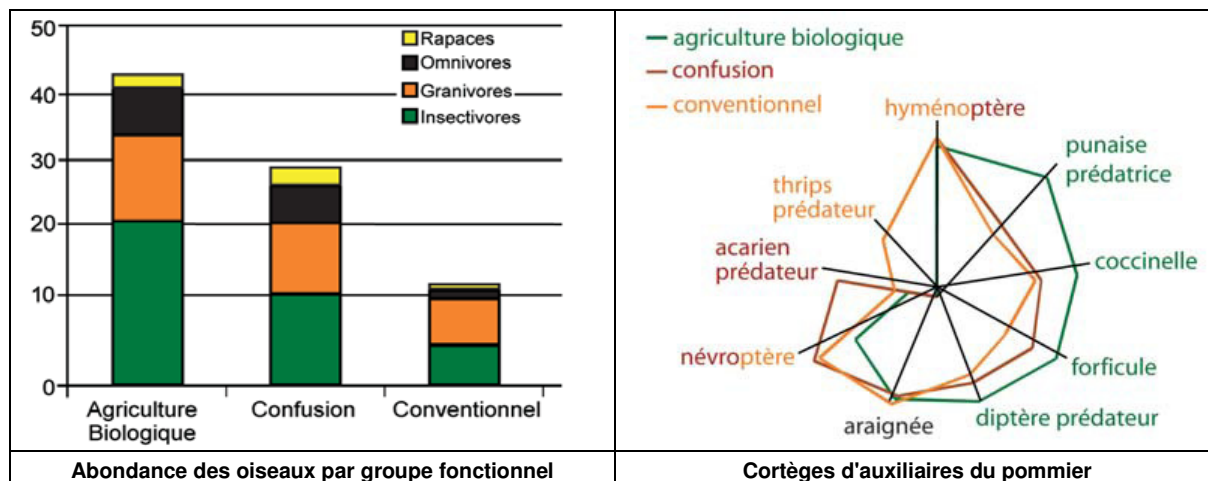
Rappelons que le cahier des charges AB impose des règles de moyens et non de résultats. Au-delà des grands principes : par exemple « tenir compte de l'équilibre écologique local ou régional dans le cadre des décisions en matière de production » (article 5 du règlement N° 834/2007), il n'y a aucune obligation pour les agriculteurs de préserver la biodiversité ni de contrôle réalisé sur des aménagements du territoire de l'exploitation : taille des parcelles, aménagement de zones de compensation écologique (haies, bandes enherbées, mare, etc.).

### **La comparaison AB / AC**

Pour comparer AB et AC, plusieurs niveaux d'organisation doivent être considérés. La majorité des études référencées dans la littérature scientifique porte sur des champs cultivés. Peu d'études traitent de l'évolution de la biodiversité après conversion à l'AB, et de l'incidence de conditions initiales vis-à-vis de ces dynamiques. Les objets d'étude concernent la biodiversité végétale et animale, naturelle et cultivée, dans le sol et dans les peuplements végétaux. Plus précisément, l'effet « électif » des techniques sur des processus biologiques est souvent privilégié à l'échelle parcellaire :

- stimulation de l'activité biologique et entretien de la fertilité du milieu par des apports de matières organiques et le travail du sol ;
- méthodes de protection des cultures à effet partiel et seuils de tolérance supérieurs en AB ;
- maîtrise de l'enherbement par interventions mécaniques ou désherbage thermique et combinaisons de cultures dans des successions ;
- re-semis d'espèces cultivées (semences foraines) et présence de messicoles en système de polyculture-élevage ;
- choix, densité et mélanges d'espèces (en grandes culture 14 % des surface sont des mélanges d'espèces – source Agence BIO) ou de variétés (en blé 5 % des surfaces sont des mélanges variétaux) augmentant la diversité intra parcellaire ;
- diversité spatiale pour des cultures et végétations pluristratifiées comme le jardin créole, certains parcours ou des « consortiums » de plantes maraîchères ; diversité temporelle de successions longues et traductions en assolement) ;
- aménagement en faveur des auxiliaires des cultures (insectes, mésanges et chauves-souris en arboriculture).

Même si des tendances se dessinent, en particulier sur l'abondance des arthropodes en AB (OECD, 2001), des effets contradictoires peuvent également être observés dans cette approche par des techniques ou combinaisons de techniques. L'absence de pesticides conjuguée à des densités de semis (ou plantation) plus faibles et à la présence d'adventices (ou d'enherbement) augmenterait le niveau trophique et l'abondance des espèces, en jouant sur l'ensemble de la chaîne alimentaire. En revanche, des désherbages mécaniques répétés peuvent aussi affecter des nids d'oiseaux, les vers de terre et invertébrés (Trewavas, 2001).



**Figure 3 : Comparaison de l'état des communautés d'auxiliaires du pommier et d'oiseaux observées durant 4 ans dans des vergers de pommier proches d'Avignon et de Valence, conduits soit en agriculture biologique (AB), soit en protection contre le carpocapse exclusivement au moyen d'insecticides chimiques (Conventionnel), soit en intégrant la méthode de confusion sexuelle contre le carpocapse des pommes (Confusion). Arthropodes auxiliaires** Graphe construit d'après les données présentées par Simon et al. (2007). Oiseaux : d'après Bouvier (2004).

En termes de méthodes utilisées on constate : une dominante d'études comparatives par rapport à des effets simples ou des combinaisons techniques dans les essais système (exemple Figure 3). Il existe peu d'études longitudinales (Viaux et Fontaine, 2006 évolution de la flore sur 25 ans). Beaucoup d'études ont recours à des méthodes à base d'indicateurs.

D'autres travaux portent sur l'échelle de l'exploitation (e.g. Gibson et al, 2007, dans le sud de l'Angleterre, bien que la mixité permise entre AB et AC sur une même exploitation et la dispersion éventuelle des parcelles d'exploitation ne permettent pas toujours d'identifier un effet exploitation).

La question des changements d'échelle a été introduite par Bengtsson et al (2005). Les auteurs constatent « *qu'en moyenne une abondance des espèces 50% supérieure sur des fermes en AB, bien que cela varie entre les études (72) et les taxons.(...). Les effets étaient significatifs à l'échelle parcellaire ou de l'exploitation, mais ils ne l'étaient plus lorsque la structure et la composition paysagère étaient prises en compte* ».

En conclusion, on peut remarquer que beaucoup de pratiques agricoles utilisées par les agriculteurs AB favorisent la biodiversité (ces pratiques sont contrôlées pour certaines mais **le plus souvent non contrôlées par les organismes certificateurs**). C'est le cas du recours peu fréquent aux produits biocides, de la relative extensification des pratiques (faible apport d'azote), du recours fréquent aux mélanges d'espèces ou de variétés pour les cultures mais aussi les prairies, de l'enherbement des vergers et des vignes, mais aussi des aménagements parcellaires avec haies et bandes enherbées, de l'emploi d'engrais verts multi-espèces.

## Paysage

Quelques études prennent en compte des configurations paysagères avec AB et AC (références dans Lamine et Bellon, 2009). En revanche, peu d'études portent sur les écosystèmes, probablement du fait du caractère « diffus » de l'AB et de la difficulté d'en identifier des effets globaux, y compris au regard de risques de développement de bio-agresseurs.

La Figure 4 montre qu'avec une stratégie « intensive » il est possible de préserver de manière assez efficace la biodiversité spécifique avec un aménagement du territoire (d'où l'expression « zone de compensation écologique » utilisée en Suisse). Dans les systèmes plus extensifs (dont l'AB) la biodiversité spécifique reste bonne en absence d'aménagement en raison de la gestion intra parcellaire. Les aménagements n'ont dans cette situation qu'un rôle complémentaire.

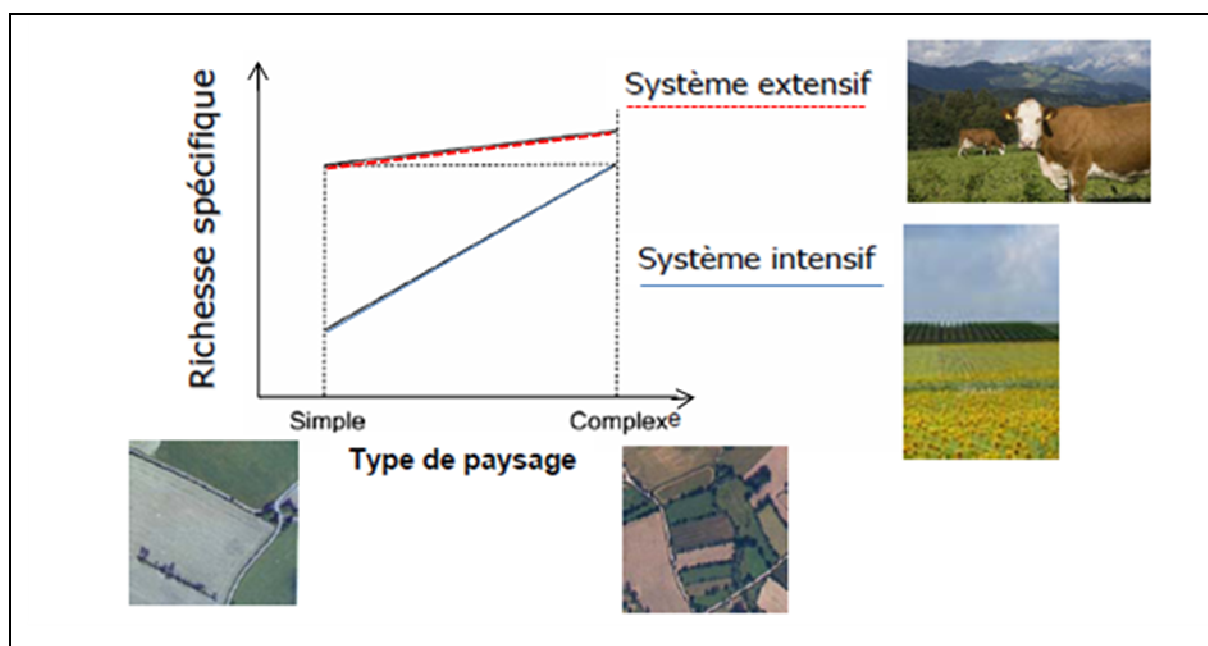


Figure 4 : Relation entre type de paysage, intensification du système et richesse spécifique (d'après EsCo agriculture et biodiversité)

### ***Les analyses multicritères***

Au-delà des analyses par enjeux environnementaux pris séparément, un certain nombre de travaux ont procédé par analyse multicritère. Cette approche permet de relier l'ensemble des indicateurs de durabilité en les pondérant. Elle permet d'éviter le piège qui consiste à raisonner indicateur par indicateur au risque que, dans une situation donnée, l'amélioration d'un indicateur entraîne une dégradation d'un autre. On peut citer une comparaison de systèmes de production AB et AC en Aquitaine sur la base d'indicateurs réalisée par Bourdais, (1998), Cette étude montre l'impact global très positif de l'agriculture biologique sur l'ensemble des composantes de l'environnement. Elle met aussi en évidence les situations à risques, principalement dans les exploitations conventionnelles mais aussi en agriculture biologique.

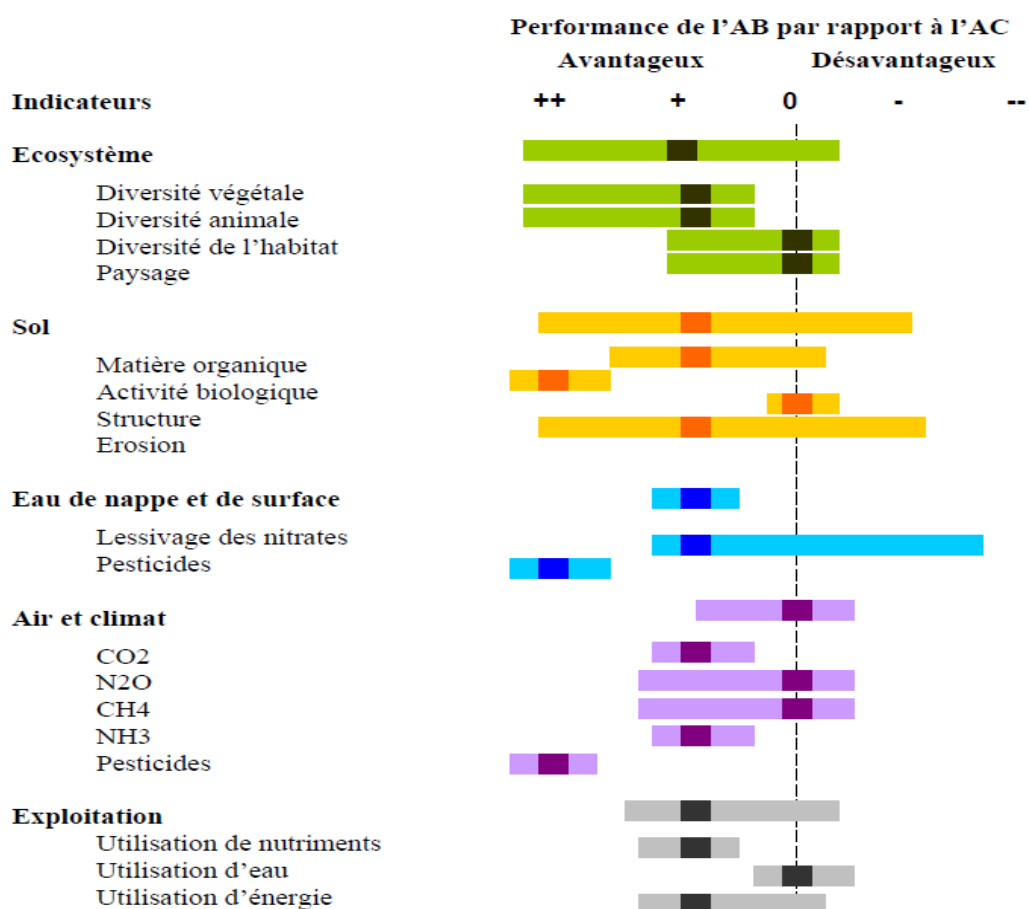
D'autres travaux sont en cours dans le cadre du programme DevAB à l'aide de l'outil MASC (Bockstaller et al, 2008)

### ***Approche synthétique***

D'après une synthèse portant sur quelque trois cents études comparatives réalisées en Europe, Stolze et al. (2000) constatent que l'agriculture biologique est supérieure à l'agriculture conventionnelle pour 12 des 18 paramètres de qualité de l'environnement considérés et qu'il n'y a pas de différences significatives pour les 6 paramètres restants. Lotter (2003) conforte ces conclusions dans sa synthèse des connaissances sur l'AB, qui traite essentiellement des données d'Europe et d'Amérique du Nord. Les principales connaissances bibliographiques sur les conséquences environnementales de l'AB par rapport à l'AC sont résumées dans la

Figure 5 (Blanchart et al, 2005). Elles sont présentées en distinguant les cinq principales composantes d'environnement communément admises : le sol, le paysage, la biodiversité, l'eau et l'air. Si pour ces composantes les comparaisons font souvent ressortir des avantages en faveur de l'AB, celle-ci n'est cependant pas exempte de certains risques comme nous l'avons évoqué dans les paragraphes précédents.

**Figure 5 – Comparaison de l'impact environnemental de l'agriculture biologique (AB) et de l'agriculture conventionnelle (AC) d'après différents modes d'évaluation, en Europe.**



Performances de l'AB par rapport à l'AC : ++ bien meilleure, + meilleure, 0 semblable, plus mauvaise, -- bien plus mauvaise représente l'évaluation finale associée à un intervalle de confiance subjectif  
 Source : cité par Blanchart et al d'après Lotter (2003) d'après la revue de Stolze et al. (2000) basée sur près de 300 publications.

## Conclusions

Ce rapide tour d'horizon sur l'impact de l'AB sur l'environnement confirme que ce sujet est complexe et qu'il faut se garder de généralisations hâtives et simplistes qui seraient immédiatement contredites par des exemples contraires. Néanmoins, ce rapport permet de montrer qu'il existe aujourd'hui des références bibliographiques sérieuses sur ce sujet, même dans des domaines aussi complexes que la production animale. Il est donc possible, en fonction du système étudié et des indicateurs environnementaux analysés, d'avoir une vision claire de l'impact de l'AB. Ainsi, l'intérêt environnemental de l'AB par rapport à l'AC paraît évident en système grandes cultures sur l'ensemble des critères que nous avons considérés : qualité de l'eau (nitrates, phosphates, pesticides...), qualité de l'air (NH<sub>3</sub>, pesticides, GES : N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>), préservation des ressources naturelles (énergie fossile, fertilisants, qualité des sols), biodiversité et paysages. En productions animales, il semble que les avantages respectifs de l'AB et de l'AC sont variables en fonction du type d'animal concerné (monogastriques ou ruminants) et en fonction des critères environnementaux retenus. Ainsi, pour les aspects biodiversité et paysage, les systèmes d'élevage de ruminant à base de prairies apportent un plus. Inversement, les systèmes porcins AB sont moins performants pour les GES que l'AC.

Pour améliorer notre vision concernant l'intérêt de l'AB pour l'environnement, certains aspects de l'impact de l'agriculture sur l'environnement restent à éclaircir ou à mieux évaluer. Ainsi, les



dégagements de N<sub>2</sub>O par les sols sont très mal connus alors qu'ils pèsent très lourd dans les évaluations des émissions de GES. Malgré les travaux récents, de bons indicateurs de biodiversité restent à trouver.

Enfin, le plus souvent, l'AB est considérée comme un mode de production unique basé sur l'application de la réglementation, ce qui est loin d'être le cas. Ce mode de production est alors comparé à d'autres modalités (agriculture conventionnelle, production intégrée, agriculture raisonnée...) tout aussi diverses dans leurs approches. La comparaison du mode de production AB avec des modes de production en agriculture conventionnelle, pris comme modèle de référence, est-elle pertinente ? En matière de préservation des ressources naturelles, l'interprétation minimaliste du cahier des charges comme seule substitution des intrants ne permet pas de répondre aux enjeux de la durabilité. Il convient d'appréhender la diversité des modèles de production présents en agriculture biologique, et d'en évaluer la portée en termes de performances et de développement. C'est en étudiant l'AB pour elle-même et non par rapport à un modèle de référence que les changements conceptuels sont possibles et les innovations favorisées (Capitaine et al, 2009)

### Références :

- Agence Bio, 2007. Compte rendu de la commission « Environnement et territoire » du 10/1/07. (thème « AB et biodiversité », 7pp)
- Altieri, M. A. (1994) Biodiversity and Pest Management in Agro-ecosystems, (Food Products Press, New York).
- Altieri M.A., Nichols C. (2005). Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture. *1st edition*. Basic Textbooks for Environmental Training. 296 p.
- Armstrong S., Cook H. et Lee H. 2000. Topsoil characteristics from a paired farm survey of organic versus conventional farming in southern England. *Biological Agriculture and Horticulture*, 18 : 37-54.
- Bengtsson J. et al. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261-269.
- Bersten et al. (2006), Nitrogen cycling in organic farming systems with rotational grass-clover and arable crops. *Soil Use and Management*, June 2006, 22, 197-208
- Blanchart É., Cabidoche Y.M., Gautronneau Y., Moreau R. IRD (2005) *Les aspects spatiaux et environnementaux de l'agriculture biologique*
- Bockstaller C., Galan M.B., Capitaine M., Colomb B., Mousset J., Viaux P., (2008). Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale ? In: Reau, R. et al. (Eds.) *Systèmes de cultures innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Dijon, Educagri éditions, p. 29-51.*
- Bourdais J.-L., (1998), *Agrobiologie et environnement, une comparaison de systèmes de production agrobiologiques et conventionnels en Aquitaine sur la base d'indicateurs*, Rapport de synthèse, septembre 1998, 48 p.
- Bochu J- L (2007), Synthèse 2006 des bilans Planète Consommation d'énergie et émissions de GES des exploitations agricoles ayant réalisé un bilan Planète, 30 p. *Etude réalisée pour le compte de*
- L'Ademe par Solagro Contrat n° : 0471C0009*
- Bouvier J.C. (2004). Exposition et réponse de l'avifaune aux pratiques phytosanitaires en vergers : Possibilités de traduction en termes de bioindication et de transfert vers la profession agricole. *Mémoire d'Ingénieur Diplômé par l'Etat, spécialité Agriculture, ENSA.M, Montpellier, 62 p + annexes.*
- Capper J. L., Cady R. A., Bauman D. E. (2009). Demystifying the environmental sustainability of food production in *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers Department of Animal Science of the New York State College of Agriculture and Life Sciences, October 2009.*

Capitaine M., David C., Freyconon, R.(2009). Evaluation et amélioration de la durabilité de l'agriculture biologique : éléments de débats. *Innovations Agronomiques (2009) 4*, pp 209-215.

Collectif (2008). Agriculture et biodiversité, Valoriser les synergies. *Expertise scientifique collective ; Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire*

DEFRA (2004). Evidence of the wider public benefits of organic agriculture - literature review. *Centre for Rural Economics Research, Department of Land Economy, University of Cambridge (appendix 6, 18p)*

Fleurenceau C, Ribeiro E, Valleix S. (2008), Agriculture et environnement. Compilation bibliographique - ABIODOC *Centre National de Ressources en Agriculture Biologique*

Coignard F., Lorente C. (2006), Exposition aérienne aux pesticides des populations à proximité de zones agricoles. Bilan et perspectives du programme régional INTERCIRE. ISBN : 2-11-096363-8

Haas G., Wetterich F., Kopke U., (2001) Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1-2): 43-53.

Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D. (2005), Does organic farming benefit biodiversity ? in *Biological Conservation* 122 (2005) 113–130

Kool A., Blonk H., Ponsioen T., Sukkel W., Vermeer H., De Vries J., Hoste R. (2009) Carbon footprint of conventional and organic pork, Assessment of typical production systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany. *Blonk Milieuadvies WageningenUR* (90 p)

Lamine C., Bellon S. (2009) *Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. Agronomy for Sustainable Development.* 29(1): 97-112.

Noe E., Halberg N., Reddersen J., 2005. Indicators of biodiversity and conservational wildlife quality in Danish organic farms for use in farm management : a multidisciplinary approach to indicator management and testing. *Journal of agricultural and environmental ethics* : 18 383-414.

Mäder P., Fliebbach A., Dubois D., Gunst L., Padruot F., Niggli U. (2002), Soil Fertility and Biodiversity in *Organic Farming. Science*, 296; 1695- 1696.

Simon S., Defrance H. And Sauphanor B. (2007). Effect of codling moth management on orchard arthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122(3): 340-348.

Stolze M., Piorr A., Häring A.M., Dabbert S., (2000). Environmental impact of organic farming in Europe. *Stuttgart-Hohenheim, Universität Hohenheim* : 127

Teil G., Barrey S. (2009), La viticulture biologique : de la recherche d'un monde nouveau au renouvellement du goût de terroir. *Innovations Agronomiques (2009) 4*, 427-440.

Trewavas A., (2001). Urban myths of organic farming. *Nature*, 410 (6827): 409-410.

# La localisation de l'agriculture biologique : enjeux et perspectives

Claude Béranger

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

L'agriculture biologique (AB) ne recouvre qu'une faible part du territoire (autour de 2%) et est dispersée sur l'ensemble du territoire agricole, car elle dépend d'une démarche volontaire individuelle des agriculteurs qui s'y engagent. Les incitations à la conversion sont également essentiellement individuelles et ne tiennent généralement pas compte de la localisation des exploitations.

Or, les effets positifs de l'AB sur l'environnement demeurent ainsi très limités si, dans un territoire donné, une ou seulement quelques exploitations pratiquent cette agriculture au milieu de nombreuses exploitations conventionnelles. En outre, cette situation entraîne un risque de contamination collatérale qui peut réduire certains effets positifs. Même si la proportion de l'AB atteint en 2020 les 20% de la SAU prévus par le Grenelle de l'environnement, la dispersion territoriale limitera considérablement les impacts sur de nombreux aspects de l'environnement.

De plus, la dispersion des exploitations AB défavorise la collecte des produits et l'organisation de filières de transformation et commercialisation de ces produits et en accroît les coûts.

**Pour accroître sensiblement l'efficacité de l'AB, il serait donc logique de chercher à concentrer ce type d'exploitations dans certains territoires en fonction d'impératifs locaux, environnementaux, et socio-économiques. Dans quelle mesure cela est-il réalisable ?**

Cette question n'est pas nouvelle car elle s'est retrouvée dans les diverses actions individuelles prévues au niveau des exploitations pour favoriser l'environnement. Les Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE), remplacés par les Contrats d'Agriculture Durable (CAD), les mesures de réduction d'intrants (Ferti-mieux...) ou d'extensification, les réseaux d'agriculture durable, l'agriculture intégrée, souffrent tous de la même dispersion territoriale et de la faiblesse des effectifs, comme l'AB. Les mesures agro-environnementales étaient davantage localisées, mais ne concernaient pas tout le système d'exploitation dans sa cohérence globale. Les solutions envisagées pour lever ces difficultés dans les diverses situations pourraient sans doute être valables pour l'AB.

## Principes

Il existe de nombreuses zones sensibles du point de vue écologique ou emblématique au niveau de la diversité naturelle et souvent culturelle, dans lesquelles pourraient être encouragés des systèmes de production à haute valeur environnementale (AB,, systèmes d'agriculture intégrée, systèmes économes et autonomes, adhérents au Réseau Agriculture Durable...). Ce sont par exemple :

- des zones de protection des captages de sources ou de nappes, ou des bassins versants exigeant une eau de qualité spécifique à l'exutoire,
- des zones sensibles à l'érosion des sols
- des communes ou groupes de communes ayant un projet de territoire exigeant une qualité écologique,
- des terroirs de produits qualifiés territorialement par des AOC ou IGP et devant préserver leurs qualités environnementales,
- des Parcs Naturels Régionaux qui assurent la préservation des paysages et des patrimoines naturels et culturels dans un développement local équilibré.

Dans de telles zones où se concentreraient des systèmes agraires durables, l'AB pourrait facilement dépasser les 20% du territoire et entrer en synergie avec les autres systèmes relevant de cahiers des charges voisins pour favoriser un développement cohérent et harmonieux du territoire. Cela permettrait notamment d'assurer des transferts de fertilité intra-zone entre exploitations de différentes spécialisations, de maintenir ou redévelopper l'association culture-élevage, d'assurer une mosaïque paysagère diversifiée tant au niveau visuel que des biotopes et également de réduire ainsi les transferts de matière et d'eau. Les risques de contamination collatérale par une abondance de traitements avec des produits chimiques de synthèse seraient aussi considérablement réduits, tandis que le maintien de possibilités de traitements des cultures et des animaux par des systèmes moins rigoureux que l'AB assurerait une certaine protection contre les risques d'épidémies.

En outre, il deviendrait alors plus facile de favoriser les circuits homogènes de collecte et de distribution des produits dont la production est plus concentrée et dont la spécificité est source de valorisation (les produits sous Indications Géographiques ont déjà l'habitude de différencier les collectes et les circuits de distribution ; les coopératives locales, les marchés locaux, les magasins communs de vente directe, les restaurateurs peuvent agir en synergie et sont adaptés à ces pratiques)

## **Des exemples**

Il existe quelques exemples de concentration territoriale de l'AB avec d'autres formes d'agriculture protectrices de l'environnement.

La commune de Correns dans le Var dont tout le vignoble est converti en AB sous l'impulsion de la municipalité et de membres de la coopérative, ce qui a redonné vie au village et à la coopérative viticole ; l'écologie est entrée par l'agriculture et a progressivement infiltré les autres secteurs d'activité dans un cercle vertueux dynamisant.

Des départements comme la Drôme concentrent déjà de nombreuses exploitations en AB (10% de la SAU en 2007).

La Société des eaux de Vittel (Nestlé) a assuré la protection de la qualité de l'eau en contractualisant avec les agriculteurs du bassin de Vittel un cahier des charges proche de l'AB, favorisant l'herbe, supprimant le maïs et incitant à la conversion en AB. La ville de Munich a suscité la conversion en AB de presque toutes les exploitations d'un bassin versant de 6000 ha assurant une partie de son approvisionnement en eau. Des agences de bassin souhaitent s'inspirer de ces démarches.

En Autriche se sont constituées des éco-régions, où la dynamique globale d'évolution assure un développement durable du territoire et où l'agriculture biologique tient une grande place (M.Schermer 2007). Un programme agro-environnemental bien subventionné a encouragé, en Autriche, la conversion vers des systèmes d'exploitation durables. Dans 22 zones délimitées les exploitations s'inspirent des principes AB, sans être toutes converties, sur la base de 11 principes et en liaison avec les autres activités locales. Il s'agit de s'affranchir du poids tutélaire de la Grande Distribution, d'accroître le poids des producteurs, de favoriser les circuits courts, la circulation des savoirs et d'assurer un lien avec le tourisme. Ainsi, dans une de ces zones, 180 agriculteurs, de 22 communes, adhérents d'une même coopérative, approvisionnent la population en paniers de produits AB ou assimilés. Des synergies avec les exploitants en AC se sont établies dans un réseau d'échanges et de valorisation des produits et services locaux.

## Des orientations

Les dispositions de la loi d'orientation agricole de 1999 qui soutenaient la conversion à l'AB dans le cadre d'un **Contrat Territorial d'Exploitation** (CTE individuel), lui-même lié à des contrats types adaptés à un projet territorial de développement durable, allaient dans le sens d'une insertion de l'AB dans un contexte environnemental localisé.

**Le concept de terroir**, particulièrement mis en valeur par les produits sous indication géographique (notamment dans les travaux de l'Inra et de l'Inao), et promu par des groupes tels que Terroirs & Cultures ou des organisations internationales telles que l'Unesco, correspond bien à cette orientation d'alliance entre les filières de production et les territoires.<sup>49</sup>

Le milieu physique et biologique y est considéré comme principe organisateur des activités humaines (notamment agricoles) et la préservation de son intégrité fonctionnelle est une condition de l'activation et de la valorisation des ressources naturelles par les savoirs et la culture des hommes. Diverses activités sur un territoire peuvent se conjuguer en un « panier de biens » localisé et y apporter une rente de qualité territoriale, source de valeur ajoutée liée à ce territoire.

Une telle organisation territoriale suppose une volonté collective, généralement impulsée par des crises et (ou) par des leaders, et la mise en œuvre d'une gouvernance territoriale associant acteurs publics et privés et soutenue par des dispositifs et des mesures d'appui régionales et nationales. Cela est d'autant plus nécessaire que les unités de terroirs comme les bassins d'approvisionnement des filières spécifiques ne coïncident pas souvent avec les unités de gestion administratives.

Il serait souhaitable qu'une politique générale de soutien au développement des terroirs se développe en contrepoint de la standardisation et de l'uniformisation engendrée par la mondialisation des échanges ; elle devrait permettre de maintenir et valoriser les patrimoines locaux, matériels et immatériels, de relier le développement local et le développement global.

**Dans ce contexte il faudrait conforter les primes et indemnités versées aux agriculteurs en compensations des biens et services non marchands qu'ils assurent en fonction de leur localisation dans ces zones spécifiques.** Des bonus aux indemnités de conversion et de maintien de systèmes AB pourraient, par exemple, être instaurés dans ces zones. L'engagement des collectivités territoriales dans ces politiques devrait pouvoir les dynamiser.

## Des nuances

La conciliation d'une efficacité économique et environnementale plaiderait donc pour des zones privilégiant l'AB, pour limiter les coûts de collecte des produits et avoir un impact environnemental suffisant. Cette proposition mérite cependant d'être nuancée.

En effet, l'efficacité environnementale n'est pas la même pour toutes les composantes de l'environnement. Par exemple, la conservation de la biodiversité n'est pas forcément liée à une concentration de producteurs en un même lieu. La dispersion de points sur un vaste territoire est également bénéfique pour tout le milieu et peut faciliter la constitution de corridors assurant la dispersion des espèces et écosystèmes. Il en est de même pour la réduction possible des dépenses

---

<sup>49</sup> « Un terroir est un espace géographique délimité, défini à partir d'une communauté humaine qui construit autour de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs et de pratiques, fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains. Les savoir-faire mis en jeu révèlent une originalité, confèrent une typicité et permettent une reconnaissance pour les produits ou services originaires de cet espace et donc pour les hommes qui y vivent. Les terroirs sont des espaces vivants et innovants qui ne peuvent être assimilés à la seule tradition ». (définition Inra-Inao)

énergétiques ou des effets globaux sur le changement climatique qui ne sont pas liés à leur localisation.

En outre, les agriculteurs AB ne suivent pas forcément une orientation régionale dominante. Ils ont souvent une diversité de productions, pas forcément valorisables dans une seule organisation économique. Et les consommateurs intéressés achètent en général plusieurs catégories de produits biologiques qu'ils ne trouveront pas dans une même zone.

## **En conclusion**

**Sans vouloir donc généraliser une localisation des exploitations en AB, nous pensons cependant qu'une politique d'incitation à cette localisation serait un très bon complément à la politique actuelle de soutien et favoriserait grandement les impacts environnementaux de cette forme d'agriculture ainsi que l'organisation de la valorisation des produits concernés.**

## **Références :**

Benoît M., Deffontaines JP., Gras F., Bienaimé E., Riela-Cosserat R. (1997) Agriculture et qualité de l'eau. Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation, Cahiers Agricultures, 6 : 97- 105

Lamine C. Bellon S. (2009) L'imbrication des conditions facilitant la conversion, in Transitions vers l'agriculture biologique, Ed. Quae /educagri, 257-274

Guide pratique du Contrat Territorial d'Exploitation (2000) Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, France, 80 p.

Schermer M. (2007) Régional rural development : the formation of éco-régions in Austria, in Sociological perspectives of organic agriculture, Ed. GC. Holt M. Reid, Univ of Exeter UK, 222-242

# Le développement des productions AB et l'industrie des agrofournitures

Jean-Louis Bernard

Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

Comme tout système de production agricole, l'AB fait appel à de nombreux fournisseurs extérieurs pour assurer le bon déroulement de son processus de production et sa rentabilité économique. Pour essayer d'entrevoir ce que pourraient être les conséquences d'une forte augmentation des productions AB sur les industries de l'agrofourniture, nous aborderons les domaines suivants : le machinisme et le matériel d'irrigation, les fertilisants et les produits de protection des cultures, les semences et les plants, les moyens de stockage et les besoins énergétiques.

## 1- L'agrofourniture et l'agriculture biologique aujourd'hui

Compte tenu des faibles surfaces actuellement concernées par l'agriculture biologique, son poids économique direct demeure limité en regard de l'ensemble des fournitures agricoles, tant en volume qu'en valeur. Toutefois, l'influence qu'exerce au présent la filière AB sur l'évolution des agrofournitures est très importante et s'exerce de deux manières différentes.

Tout d'abord, par une **incidence directe dans des domaines précis**, en particulier le choix des produits phytopharmaceutiques et des fertilisants. En interdisant le recours aux produits de synthèse, le cahier des charges soutient la consommation de fournitures qualifiées de « naturelles », telles que sels de cuivre, soufre, pyréthrinés, roténone... d'un côté, amendements minéraux et fertilisants organiques de l'autre. L'AB a même provoqué l'apparition d'un marché constitué de produits manquant d'une évaluation sérieuse et parfois commercialisés avec des promesses ambiguës : cas du purin d'ortie par exemple. Elle est aussi à l'origine de nouvelles entreprises qui se spécialisent sur ce créneau spécifique ou développent des lignes de produits compatibles avec le cahier des charges AB.

Pour la protection des cultures, ce ne sont pas les producteurs d'auxiliaires qui profitent de la situation car l'AB, de par ses surfaces réduites, n'exerce ici qu'une influence très marginale, à l'inverse des productions sous serre conduites en lutte intégrée. Les fournisseurs actuels de l'AB sont d'abord des entreprises importantes qui offrent, parmi d'autres, des spécialités éligibles au cahier des charges (ex : bouillie bordelaise) ou des sociétés de tailles petite et moyenne qui poussent vers ce marché de nouvelles solutions : produits minéraux, huiles essentielles, décoctions végétales...

Dans le secteur des semences, l'incidence actuelle de l'agriculture biologique est encore limitée. La plupart des variétés cultivées en AB sont issues de la sélection traditionnelle réalisée par les grandes entreprises : céréales à paille, maïs hybrides... Les variétés résistantes ou tolérantes à certains parasites (ex : blé Renan) que privilégient beaucoup de producteurs AB ont été initialement créées pour l'agriculture conventionnelle et sont à la disposition de l'ensemble des producteurs. Le secteur des potagères est influencé par un mouvement de pensée qui privilégie des espèces peu cultivées en AC ou des variétés anciennes tenues comme rustiques et savoureuses. Mais les fournisseurs influents dans ce domaine (ex : Kokopelli) touchent davantage les jardiniers que les productions de plein champ car ils n'ont pas les moyens de produire des quantités suffisantes de semences avec les qualités requises (pouvoir germinatif, qualité sanitaire, ...). Par contre, la polémique sur les PGM, dans laquelle la filière AB s'inscrit parmi les « anti », a enrayé l'introduction des variétés transformées en AC et porte à terme d'autres menaces pour ce secteur comme des restrictions sur les méthodes d'obtention des hybrides tenues comme antinaturelles. Depuis 2002, les semences et les plants destinés à l'AB doivent être issues de productions AB ce qui n'est pas sans

poser de problème compte tenu de l'exiguïté du marché, de la difficulté à les certifier indemnes de parasites... et avec des coûts de productions très élevés.

Pour l'heure, la faible importance des surfaces AB n'influence guère qu'à la marge des secteurs comme le machinisme, le matériel d'irrigation, les systèmes de stockage ou les ressources énergétiques (carburants, séchage, désherbage thermique...).

Cependant, les arguments utilisés par l'agriculture biologique pour sa promotion – largement repris par certains courants politiques – exercent sur l'industrie des agrofournitures **une influence indirecte très importante**, avec l'appui de campagnes médiatiques, anciennes et constantes, qui mettent systématiquement en avant une analyse très négative des méthodes utilisés par l'AC dont les « dangers » sont soulignés. Si des constats peu contestés ont montré que l'AC contribuait à certaines évolutions négatives comme la « contamination » des eaux par les nitrates ou par certaines molécules phytosanitaires, de fortes incitations publiques et la mise en œuvre de mesures agri-environnementales, ont permis d'entamer depuis lors une évolution plus vertueuse dont les effets commencent à se faire sentir (ex : qualité des eaux en Bretagne, diversité faunistique...).

Néanmoins, cette communication qui présente le modèle AB comme la solution alternative évidente en raison de son caractère supposé économique en matière d'intrants, meilleur pour la santé des consommateurs et soucieux de l'environnement, a trouvé au fil des années un certain crédit auprès du public et contribue à des **évolutions législatives et réglementaires importantes**, comme en témoigne le cadre très rigoureux édicté dans différents domaines. Ainsi, avant même que l'AB ne soit reconnue, l'Europe s'est dotée de normes très sévères pour la qualité des eaux de boisson (ex : seuil unique de 0,1 µg/l pour toute substance pesticide, soit 20 à 300 fois plus bas que les normes de qualité de l'OMS précisées par substance active). Depuis lors, les exigences des dossiers d'AMM n'ont cessé de croître, les systèmes de taxation ou les blocages dans l'introduction de PGM de se perpétuer...

Si les surfaces AB devaient bondir de 2 à 10%, voire à 20% de la SAU, l'état de l'opinion publique et les orientations contenues dans l'écheveau réglementaire déjà élaboré devraient peser lourdement sur le secteur des agrofournitures.

## 2- L'agrofourniture dans une option de 10% d'AB dans la SAU

Les conséquences d'une telle extension seront très différentes selon que cet accroissement se ferait pour l'essentiel dans le domaine des grandes cultures, de la polyculture-élevage ou de secteurs spécialisés. Les fournitures ne sont pas les mêmes selon les productions et certaines ont parfois un caractère quasi incontournable. Ainsi, la disponibilité de fongicides, jugée unanimement indispensable pour assurer la production du vignoble, l'est beaucoup moins dans un système de polyculture-élevage.

Pour simplifier notre approche nous partirons d'un cas de figure privilégiant une croissance de l'AB jusqu'à 10% de la SAU, au bénéfice principal des cultures annuelles de plein champ : céréales à paille, oléagineux, protéagineux, légumes. Dans une telle hypothèse, il apparaît logique de supputer les évolutions suivantes :

L'AB se caractérisant par des besoins de mécanisation très supérieurs à ceux de l'AC, le **machinisme agricole** serait très concerné. En premier chef le matériel destiné au sarclage mécanique de productions pour lesquelles tout désherbage chimique est impossible. En AB, plusieurs types de machines peuvent être nécessaires pour désherber une culture donnée en fonction du stade végétatif et/ou de l'état du sol. Si des travaux dans ce domaine existent déjà, ils sont surtout le fait des agriculteurs eux-mêmes, parfois d'artisans ou de TPE. A l'exception sans doute d'outils de désherbage tels que la herse-étrille céréalière, les houes rotatives ou certaines bineuses pour les cultures à grand écartement (tournesol, maïs). IL reste constant qu'un marché dont la taille devient significative intéresse forcément un nombre croissant de cabinets d'ingénieurs capables de concevoir des machines nouvelles pouvant répondre à ces défis. Cette innovation pourrait aussi viser le matériel



destiné au transport et à l'épandage des matières pondéreuses (fumiers, composts, amendements...). La grande spécialisation de ces matériels nouveaux et leur utilisation très ponctuelle durant la campagne peuvent jouer en faveur du développement de CUMA afin de ne pas alourdir les immobilisations et faciliter l'amortissement de ces machines particulières.

Par contre, le marché des outils de semis simplifié – actuellement en pleine expansion – serait impacté très négativement. Le non emploi d'herbicides limite en effet très fortement, voire interdit le semis simplifié pour les cultures AB, en raison de la difficulté à maîtriser des flores adventices souvent favorisées par l'absence de labour.

Au-delà des « machines », les dispositifs physiques destinés à protéger les cultures des ravageurs sont appelés à se développer (ex : filets anti-carpocapse en arboriculture, dispositifs *insect proof* en cultures maraîchères ou pour l'équipement des cultures sous abris, systèmes de paillage...). Certains de ces dispositifs sont d'un prix élevé.

Le **matériel d'irrigation** : le système AB se définit parfois comme économe en eau grâce à l'emploi recommandé de techniques comme le goutte-à-goutte. Ces dispositifs existent depuis très longtemps en agriculture, mais il est possible qu'une légère extension de leur marché se fasse jour. A l'opposé, une croissance de l'AB serait pénalisante pour les systèmes d'irrigation à grande échelle tels que pivots et asperseurs à fort débit en raison d'une philosophie de production qui prône un recul du maïs dans les zones déficitaires au profit de cultures moins sensibles à la sécheresse.

Le secteur des **semences**, dans lequel l'Union Européenne (France et Pays-Bas en particulier) occupe une forte position au niveau mondial, serait fortement concerné pour un grand nombre de raisons :

- les rotations plus longues et plus complexes de l'AB devraient favoriser le marché des cultures de légumineuses annuelles au détriment du maïs, de la betterave, du colza et même des céréales à paille. Leur extension théorique pourrait cependant être contrariée par différents facteurs. Entre autres des difficultés pour le contrôle des adventices : sans herbicides chimiques, ces cultures « nouvelles » sont délicates à conduire car généralement très sensibles au passage des sarclouses mécaniques (ex : pois, lupin...) ; autres difficultés à prévoir, une menace pour la régularité des productions AB en l'absence de protection efficace contre des parasites transmis par les semences tels que des mildious (ex : pois, mais aussi tournesol...), le phoma du colza ou le champignon du sol *Aphanomyces pisi*.
- des activités nouvelles pourraient se développer, comme les semences d'espèces destinées à la biofumigation, à éloigner ou à piéger les ravageurs, à attirer les pollinisateurs, à servir d'engrais vert ou de couverts d'interculture...
- un développement de la SAU occupée par l'agriculture biologique est aussi de nature à ralentir la possibilité de mettre en culture des variétés obtenues par transgénèse dans les espaces AC ;
- l'activité de production de semences AB, actuellement marginale et dotée de nombreuses dérogations dans le cahier des charges Ecocert, serait relancée ; toutefois, le développement mondial des PGM et les exigences de la filière AB qui pousse à promouvoir une norme d'absence d'OGM au-delà du seuil de 0,1% conduirait certainement à produire ces semences dans de vastes zones françaises décréées « sans OGM », ou à les importer de pays sans OGM tout en restreignant nos importations de régions ou de pays utilisant les végétaux transformés.

Les productions de **porte-greffes** et de **plants** de cultures ligneuses destinées à l'AB seraient en revanche peu touchées. Certes, les standards de production peuvent changer, mais l'arboriculture continuera à rechercher des variétés résistantes ou tolérantes aux fléaux et le vignoble AB restera contraint dans son évolution variétale par le cahier des charges des AOC.

Dans le secteur des **produits de protection**, le remplacement d'une partie de la SAU AC par une extension de l'AB se traduirait par un recul quasi équivalent des ha désherbés chimiquement et

donc des marchés correspondants. Dans son ensemble, ce domaine des agrofournitures serait par ailleurs extrêmement sollicité.

- pour **continuer à fournir** les produits phytopharmaceutiques que recherche l'AB, en particulier des insecticides (différents Bt, carpovirusine, pyréthrine...), des quantités importantes de fongicides (cuivre, soufre, bouillie sulfocalcique...) dont les marchés et les tonnages augmenteraient ; sur ces créneaux bien connus, les industries traditionnelles de la protection des plantes<sup>50</sup> seraient bénéficiaires car elles sont, actuellement et de très loin, les grands fournisseurs de l'AB ;
- pour **concevoir de nouvelles solutions** : le retrait progressif de nombreux produits « naturels » (substances minérales, nicotine, roténone...) crée une demande expresse de solutions de protection efficaces acceptables par l'agriculture biologique. On peut prévoir l'adoption rapide de substances nouvellement apparues (ex : spinosad), l'intégration des méthodes de confusion sexuelle par diverses productions AB, le piégeage de masse... et, comme en AC, un recours accru à des méthodes dites alternatives ne faisant appel à aucun produit chimique qui visent aussi à minimiser l'emploi de solutions de protection achetées en dehors de l'exploitation ;
- pour **valider techniquement** des substances innovantes (ex : fongicides de type SDN<sup>51</sup>) et préciser l'intérêt de solutions mal connues (ex : décoctions de plantes, huiles essentielles, extraits végétaux ou animaux divers...) ; des secteurs de recherche appliquée comme ceux des champignons ou des nématodes parasites d'insectes pourraient être relancés ;
- pour **gérer des problèmes nouveaux** comme la chrysome du maïs qu'il n'est pas possible de réduire seulement par la rotation des cultures ; ces difficultés demanderont des efforts de cohérence à toute la filière agricole ;
- pour contribuer à la mise au point d'itinéraires à faible niveau d'intrants...

Pour toutes ces raisons, les relations des agriculteurs AB et de leur représentation technique, économique ou syndicale (ex : Itab, Grab, Fnab, Synabio...) avec les regroupements d'industriels de la protection des plantes (ex : IBMA, UIPP) devraient s'intensifier. S'y ajoutent encore différentes raisons :

- la résolution de dossiers épineux tels que celui de l'avenir du cuivre au niveau européen (suite de la directive 91/414 et du « paquet Pesticides ») : ce dossier est actuellement piloté par une *task force* d'entreprises traditionnelles de la phytopharmacie ;
- la nécessité de favoriser une innovation capable de résoudre les difficultés posées par une pharmacopée AB encore très limitée ;
- l'importance de répondre d'une manière générale à l'Administration, en fonction des exigences nouvellement apparues en Europe pour la mise sur le marché des « biopesticides » ; la complexité du montage de tels dossiers et leur coût élevé sont autant de contraintes capables de renforcer les contacts entre la filière AB et ses partenaires industriels ; cette remarque reste valable pour le dépôt de dossiers couverts par le décret n° 2009-792 du 23 juin 2009, relatif à la mise sur le marché de préparations naturelles peu préoccupantes (PNPP).

En matière de **fertilisants**, l'extension des systèmes AB en grandes cultures pourrait déprimer plus encore le marché des engrais azotés de synthèse. En revanche, il n'est pas dit que certains fertilisants apportant du phosphore, de la potasse, du magnésium, des macro ou des oligoéléments ne tirent pas parti de cette évolution, en raison de l'épuisement prévisible des réserves du sol constituées au cours du XXe siècle. Par ailleurs, multiplier par plus de 5 les surfaces AB nécessiterait un redéploiement de la fabrication des engrais organiques. De nouvelles ressources devraient être sollicitées (ex : biomasse), de même que la mise au point de procédés nouveaux destinés à réduire les coûts de compostage, de stockage et de transport. Dans certaines régions, le découplage

---

<sup>50</sup> En 2009, plus de 70% des sociétés qui adhèrent à l'UIPP commercialisent des produits phytopharmaceutiques utilisés par l'agriculture biologique.

<sup>51</sup> Substance agissant comme Stimulateur des Défenses Naturelles des végétaux.

agriculture // élevage étant une réalité ordinaire, on peut supposer que se multiplieraient de grandes unités de compostage au niveau de la commune, du canton ou du groupement d'agriculteurs, capables d'accueillir et de transformer selon les règles de l'art de grandes quantités de matières fermentescibles d'origine contrôlée.

L'agencement et le fonctionnement des sites de **stockage des récoltes** vont devoir être modifiés. Les quantités de grains produits en AB n'étant plus marginales avec l'extension des surfaces, des moyens importants pour la logistique et la conservation des récoltes devront être mobilisés afin d'assurer la séparation des lots et garantir leur traçabilité. Pour les grandes cultures, l'ONIGC et France-Agrimer ont déjà beaucoup aidé les organismes stockeurs à s'équiper de petites cellules pour stocker les nombreux produits issus de systèmes AB très diversifiés. De même, de gros efforts ont été faits et devront continuer à l'être pour améliorer la traçabilité des produits et éviter les risques de « faux bio » comme on en a vu dans les années 2000-2002. Il faudrait continuer à investir dans du matériel de triage perfectionné indispensable pour réaliser des produits marchands (ex : trier les semences d'adventices dans des graines de lin, des graines de vesce dans du blé... etc). Par ailleurs, si des variétés PGM deviennent cultivables dans l'espace conventionnel, les difficultés de l'exercice pourraient devenir cruciales.

La conservation des lots de récolte AB nécessitera aussi des transformations substantielles. Le principe d'un non recours absolu aux insecticides de synthèse sur les grains conservés devrait conduire à faire appel à des insecticides minéraux inscrits sur l'annexe 1 (mais ne figurant pas au cahier des charges AB actuel) comme le phosphore d'aluminium ou de magnésium. L'emploi plus fréquent de telles substances toxiques (classées T+) demandera une adaptation des silos, du matériel d'application, une formation particulière pour les manipulateurs et les transporteurs.

Du fait de l'extension de l'AB, les **besoins énergétiques** de l'agriculture pourraient subir des évolutions contrastées. Si l'on considère que les engrais azotés sont l'un des principaux postes de consommation d'énergies fossiles, une décroissance des besoins pour ce poste est prévisible. Par contre, le caractère impératif du labour en AB et la multiplication des passages d'outils pour le binage ou le sarclage, la limitation des adventices vivaces dans l'interculture... risquent de combler, et bien au-delà, les économies générées. Dans le cadre d'une extension de la sole AB, le recul prévisible au niveau national des tonnages de maïs récoltés engendrerait des économies sur le poste séchage dans les organismes de collecte. En opposition, le recours au froid dans les stockages de grains afin d'entraver les dégâts d'insectes devrait s'accroître.

Les quelques hypothèses que nous pointons ici dans le cadre d'une transition des surfaces AB de 2 à 10% de la SAU pourraient bien sûr être confortées si on dépasse cette proportion pour tendre vers les 20% de la SAU fixés pour 2018 par les acteurs du Grenelle de l'Environnement. Toutes les tendances précédemment évoquées demandent bien évidemment à être confrontées aux prévisions qui existent au sein des différentes entreprises de l'agrofourriture.

In fine, dans le cadre d'échanges agricoles aujourd'hui mondialisés et du choix dans ses approvisionnements alimentaires dont dispose le consommateur, des transformations de cette envergure et le coût inévitable de l'innovation ou de nouvelles contraintes pesant sur la production AB impliquent que de tels investissements se traduisent très vite par un relèvement de la productivité en agriculture biologique. Un tel effort dans la réorientation de la nature des agrofouritures, s'il ne correspondait qu'à une stabilisation des rendements AB actuels, risquerait fort d'augmenter les coûts de production et de se répercuter fortement sur le prix des aliments issus de cette filière.

Si l'on peut supposer que la concentration des surfaces AB sur les zones d'alimentation des captages peut conduire à une baisse du coût de traitement de l'eau qui en est issue, et donc à une économie dans ce domaine, le problème des coûts de production reste pendant. Le relèvement de la productivité des cultures AB est absolument vital afin que l'augmentation des prix à la consommation qui résulterait d'une stagnation des rendements ne vienne brider le mouvement d'extension des surfaces par simple réorientation de la demande des consommateurs.

# Les soutiens publics au développement de l'agriculture biologique en France

Gilles Bazin, avec la collaboration de Philippe Viaux et Nahid Movahedi <sup>1</sup>  
Membre et Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

## La théorie économique et les soutiens publics à l'agriculture biologique

En introduction à cette communication, il faut préciser que la théorie classique de l'économie justifie l'intervention publique (en agriculture notamment) lorsque les marchés sont considérés comme « défaillants » (Guesnerie, 2006). C'est le cas de la production d'externalités liées à l'activité agricole qui ne sont pas directement rémunérées par le marché : externalités positives comme le maintien d'un beau paysage, la qualité de l'eau, la biodiversité...qui peuvent avoir des retombées économiques pour la société locale mais pas forcément pour l'agriculteur qui les produit, externalités négatives telles les pollutions diffuses des nappes phréatiques par les engrais et les pesticides, alors que le coût de traitement de l'eau est supporté par les consommateurs et non par l'agriculteur pollueur (bien que ces coûts externes soient importants, on manque d'étude chiffrée dans ce domaine) . Des incitations publiques (aides ou taxations) sont alors nécessaires pour encourager ou pour limiter la production de ces externalités. C'est essentiellement le bilan environnemental positif attendu de l'agriculture biologique (AB) par rapport à l'agriculture conventionnelle (AC) qui justifie son soutien (Guyomard, 2009), même si d'autres éléments comme la contribution de l'AB à l'emploi agricole, au développement local et à la satisfaction de la demande croissante des consommateurs puissent être avancés. Cette intervention au niveau des exploitations peut prendre différentes formes : soutiens temporaires dans une logique de compensation des pertes de revenus liées à la durée de la conversion de deux ou trois années en AB, soutiens permanents dans une logique de rémunération des services environnementaux positifs produits par l'AB (ou par d'autres formes d'agriculture améliorant la qualité de l'environnement comme l'élevage à l'herbe). Ces soutiens, dans le cadre du deuxième pilier de la PAC (développement rural), prennent généralement la forme de contrats de 5 années dans une logique de projet, dont les montants peuvent croître avec le niveau des exigences requises (environnementales ou autres). L'intervention publique peut aussi porter sur l'efficacité et la structuration des filières (un des objectifs de l'Agence Bio) et sur la demande des consommateurs ou des pouvoirs publics (objectif de 20% de repas Bio dans la restauration publique en 2012).

## Les soutiens en faveur de la conversion en AB entre 1992 et 2007

Après avoir occupé la première place européenne en AB jusqu'en 1985 (sans soutiens particuliers mais avec la mise en place d'une organisation de la certification AB par les pouvoirs publics), la France a vu sa surface en production biologique stagner aux alentours de 100 000 ha et 3000 exploitations jusqu'au milieu des années 90, dépassée par l'Italie, l'Allemagne, l'Autriche, l'Espagne, les pays scandinaves et la Grande Bretagne qui ont plus tôt que nous encouragé les conversions à l'AB en utilisant très largement les premières politiques agri-environnementales mises en œuvre à partir de 1985 et surtout de 1992 (UE Reg 2078/92). En 2008, avec 13 298 exploitations et 583 799 ha, soit 2,12% de la SAU nationale, la France fait quasiment figure de dernier de la classe européenne puisque seules la Bulgarie, la Roumanie, la Pologne et l'Irlande font moins bien en pourcentage de leur SAU. Avec 7,7 millions d'hectares dans l'UE 27 en 2008 et 194 000 exploitations, l'AB représente 6% de la SAU européenne. En termes de surfaces cultivées, la France était en 2008 au 5ème rang européen, en représentant 8% de la SAU en AB de l'EU à 27, derrière l'Italie (16%), l'Espagne (14%), l'Allemagne (12%) et la Grande Bretagne (10%). Ces cinq Pays occupent 60% de la SAU en AB européenne. La dynamique récente est très forte dans les nouveaux Etats membres qui ont doublé leur surface en AB entre 2003 et 2007 (1,3 million d'ha en AB et conversion à cette date) alors que l'UE15 ne l'augmentait que de 3%. La croissance de la demande des consommateurs

---

1- Economiste rural et agro-alimentaire.

français en produits AB, de l'ordre de 10% par an depuis 1999, accroît la dépendance aux importations qui représentent 30% de la valeur de la consommation AB en 2008 (Agence Bio).

Comparaison des niveaux d'aides à la conversion et au maintien de l'AB dans divers pays européens en 2004 (Cnasea/AND, 2008)

Etat Membre	Aide à la conversion Euro / ha / an					Aide au maintien Euro / ha / an
	Années	1-2	3	4	5	
France	Cultures annuelles	366	183	183	122	sans
	Légumes	457	229	229	152	
	Vergers hte tige	457	229	229	152	
	Prairie permanente	160	80	80	53	
	Vignes (10 1 <sup>er</sup> ha)	877	877	526	351	
	Vignes (ha suivant)	572	572	343	229	
Allemagne (moyenne qui peut varier de -20% à +40% selon Lander)	Terres arables et prairies	125			100	
	Cultures permanentes	600			500	
Italie	Selon programmes régionaux					(comme pour la conversion)
	Terres arables	90 à 250				
	Prairies	200 à 250				
	Oliviers	320 à 400				
Vergers et vignes	450 à 700					
Autriche	Terres arables	327			(comme pour la conversion)	
	Légumes	508				
	Prairies	250				
	Vergers et vignes	800				

Les choix politiques différents selon les Etats membres, opérés en matière de soutiens à l'AB, sont pour une large part responsables de cette situation comme l'indique le rapport d'évaluation ex post du Programme de Développement Rural National (PDRN 2000-2006), annexe étude de cas sur l'AB, (Cnasea/AND 2008 p.8) : «Il apparaît que la principale distorsion de concurrence entre pays résidait avant tout dans la différence des aides allouées aux agriculteurs AB (en conversion mais surtout déjà certifiés AB)». En effet, jusqu'au milieu des années 1990, l'AB n'a pratiquement pas été soutenue par la France qui avait fait le choix, à partir de la réforme de la PAC de 1992, de consacrer l'essentiel du budget des mesures agri-environnementales (MAE) au soutien des prairies et des élevages extensifs (l'élevage intensif étant avantagé par la prime au maïs ensilage).

Le tableau de comparaison des aides à l'agriculture biologique dans différents pays de l'UE en 2004 ci dessus (tiré du rapport d'évaluation du Cnasea en 2008) montre que les pays dont la SAU en AB croissait le plus rapidement avaient les niveaux de soutiens à la conversion les plus élevés (et mettaient en œuvre des soutiens au maintien de l'AB qui n'existaient pas en France avant 2008, à l'exception de quelques régions comme l'île de France).

La prise de conscience du « retard » français date du rapport d'Alain Riquois<sup>52</sup> (CGGREF 1998) et du Plan Pluriannuel de Développement de l'Agriculture Biologique (PPDAB) (1998-2003) qui réunissait les acteurs à l'échelle régionale et nationale (avec la création de l'Agence Bio en 2001). L'objectif (ambitieux) du plan était d'atteindre 5% de la SAU en AB en 2005 (soit plus de 1,4 million d'ha). Il instaurait plusieurs niveaux de concertation nouveaux :

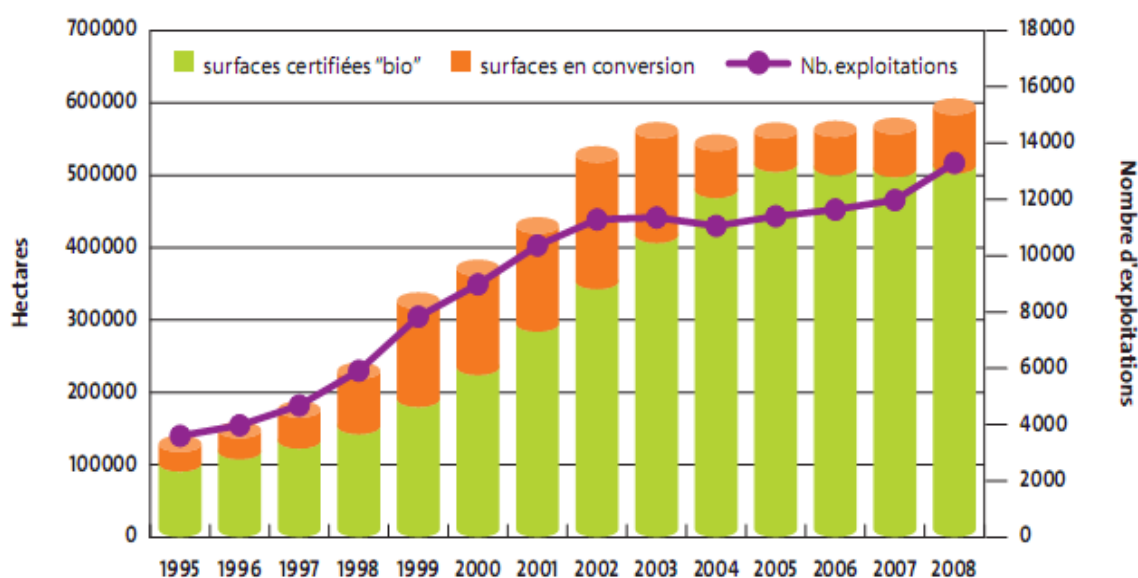
- Entre les organisations de l'agriculture biologique d'amont (Fnab, associations...) et d'aval (Biocoop, Bioconvergence...) ainsi qu'avec les organisations plus généralistes (Chambres d'agriculture, Syndicats, Coopératives...) et les ministères concernés, pour organiser les filières, la réglementation et les contrôles, la formation et la recherche.
- Ces concertations se déclinaient au sein de chaque région dans un programme d'action régional de l'AB qui décidait notamment de l'affectation des financements disponibles.

Les soutiens ont d'abord pris la forme d'une mesure agri-environnementale (MAE) de conversion à l'AB (circulaire du 23 janvier 1998) qui durait 2 années pour les cultures annuelles et 3

<sup>52</sup> RIQUOIS Alain, Pour une agriculture biologique au cœur de l'agriculture française. Rapport de propositions pour la mise en œuvre du plan pluriannuel de développement 1998-2002. MAP/CGGREF 1998.

années pour les cultures pérennes. Elle a touché 4704 exploitants en 1998 et 1999 pour un montant moyen de 16200 € par contrat. Cette mesure a été intégrée dans les contrats territoriaux d'exploitation (CTE d'une durée de cinq ans) de conversion à l'AB à partir de 2000 avec une nette revalorisation des soutiens par hectare (qui passent de 181€/ha/an pendant 2 ans en grandes cultures par exemple, à 366 €/ha/an les 2 premières années puis 183 €/ha en année 3 et 4 et 122€/ha en année 5 soit 1220 €/ha au total). Le principe d'une revalorisation des aides/ha et d'une double dégressivité (dans le temps et en fonction d'autres critères comme le montant global du contrat ou le nombre d'UTH) est retenu. Ainsi 4039 CTE en AB ont été signés entre 2000 et 2003 avec un montant moyen par contrat de 69 000 € dont 23 850 € pour la mesure conversion (CAB). L'évaluation du dispositif note cependant que si les aides à la conversion couvraient raisonnablement les pertes en grandes cultures et en viticulture, c'était loin d'être le cas en maraichage et arboriculture. En maraichage par exemple, l'aide de 305 €/ha/an restait notablement insuffisante pour couvrir les diminutions de marge (Cnasea, p.21). Par ailleurs, les soutiens à la conversion dans le cadre des MAE (hors CAD) étaient plafonnés à 7600 € par exploitation et par an jusqu'en 2008, ce qui était très peu incitatif (cela correspondait à 38 hectares de céréales en conversion par exemple). Le fait que le cumul de l'aide à la conversion en AB des prairies (100 €/ha) avec la prime herbagère de 76 €/ha soit interdit, a limité le développement des élevages extensifs en AB, car la mesure est faiblement incitative.

### Evolution du nombre d'exploitations engagées en bio et des surfaces en mode de production biologique



Source : Agence Bio / OC

Le plan pluriannuel de développement et les CTE ont incontestablement permis une redynamisation de l'AB dont les surfaces doublent entre 1998 et 2002, mais la suppression des CTE en 2002 a stoppé cette croissance. Le niveau de financement des contrats d'agriculture durable (CAD) qui les remplacent à partir de 2003 est moins intéressant. Ainsi, 2121 CAD en AB sont signés entre 2004 et 2007 avec un montant moyen par contrat de 32 000 € dont 22 000 € pour la mesure conversion. Entre 2003 et 2007 les surfaces AB stagnent autour de 550 000 ha. Par ailleurs l'évaluation du Cnasea relativise les difficultés d'écoulement de quelques productions de l'AB (lait notamment) dans un contexte de demande croissante et n'en fait pas un facteur d'arrêt de certains producteurs en AB à lui seul. Elle note que les « décertifications » ne concerneraient pas plus de 1500 ha par an sur la période 2000-2006 (ce sont le plus souvent des non reprises d'exploitations AB après des départs à la retraite). **Elle note également que, à taille d'exploitation et système équivalent, l'AB n'est finalement pas plus aidée que le conventionnel.** La comparaison des résultats économiques des exploitations AB et AC dans le RICA 2006 montre que le taux d'aides sur le produit brut y est le même (24%). L'évaluation du Cnasea conclut que « les exploitations

*spécialisées dans l'AB sont, le plus souvent, moins aidées par le premier pilier de la PAC (aides directes). En dépit de l'absence d'une aide au maintien, les programmes du 2ème pilier (développement rural) rétablissent l'équilibre, sans donner d'avantage aux exploitations adeptes de l'AB. Au total, ce mode de production ne reçoit donc pas de soutien particulier».* L'évaluation considère qu'une aide pérenne au maintien de l'AB en France est un complément indispensable permettant de réduire les distorsions de concurrence avec la plupart des autres pays européens qui soutiennent durablement leur agriculture biologique. Cette mesure sera mise en œuvre à partir de 2005 avec l'instauration d'un crédit d'impôt de 2000 € maximum (porté à 4000 € maximum en 2009<sup>53</sup>) et de nouvelles mesures de soutien décidées dans le cadre du Programme de Développement Rural Hexagonal (PDRH 2007-2013) qui donne davantage de possibilités pour les Régions qui souhaitent développer l'AB.

L'Inra vient de réaliser une analyse comparée des résultats économiques entre AB et AC sur la base des résultats moyens 2002-2007 du réseau d'information comptable agricole (Ecophyto R&D, 2009 annexe au Volume VI)<sup>54</sup>. La surface moyenne des exploitations professionnelles est plus faible en AB (58 ha) qu'en AC (72 ha) dans la base de données. Cela est lié au fait que les exploitations fruitières et horticoles de petites dimensions sont deux fois plus représentées en AB (12% du total) et que les exploitations de grandes cultures ne sont que 17% en AB contre 31% en AC. Par contre la charge en travail par exploitation est équivalente (2 UTA en AB et 1,9 UTA en AC). Ramenée à l'hectare, la charge en travail est supérieure de 30% en AB. Le niveau de capital par hectare (4000 euros) est équivalent. Les montants de subventions par hectare sont proches: 368 euros en AB et 361 euros en AC et ne sont pas déterminants. Le revenu courant avant impôt par travailleur familial est inférieur de 25% en AB (16 000 euros en moyenne sur la période) par rapport à l'AC (21 000 euros). Pour comprendre cette différence il faut raisonner par système de production.

**En grandes cultures**, les exploitations en AB sont plus petites (74 ha contre 102 ha en AC). Les différences de rendement varient selon les productions: -35% pour le blé et l'orge et -14% pour le maïs (ces différences sont inférieures aux 50% couramment relevés par les organismes techniques). Les prix sont plus élevés (33% pour le blé en moyenne sur six années) mais ne combleront pas toujours la différence de rendement et le produit brut par hectare est souvent inférieur en AB: de 6% en blé, de 8% en maïs (mais la différence de produit brut n'est que de 25 euros par hectare en moyenne). Globalement, les charges par hectare sont proches car le niveau plus faible des consommations intermédiaires en AB est compensé par des charges liées à la mécanisation (amortissements) plus élevées. Le niveau des subventions est équivalent (370 €/ha). Le revenu par hectare est proche et l'étude conclut que le différentiel de revenu (33 000 €/exploitation en AC et 23 000 €/exploitation en AB) s'explique d'abord par la taille des exploitations. Soulignons que le soutien au maintien de l'AB de 100€/ha en grandes cultures décidé en 2010 rétablit presque l'équilibre de la rémunération par travailleur dans les deux types de systèmes.

**En productions bovines**, les tailles d'exploitations sont proches et les revenus plutôt meilleurs en AB. La production est plus extensive (1,2 UGB/ha en lait AB et 1,5 UGB/ha en AC) et les rendements laitiers un peu plus faibles (5000 litres par vache en AB et 6000 litres en AC). Les produits bruts par hectare sont équivalents en viande (1200 €/ha) et moins élevés en lait (1757 €/ha en AB et 1922 €/ha en AC). Mais les systèmes en AB sont nettement plus autonomes et achètent moins d'intrants. Ainsi 40% de la production végétale (hors fourrage) est intra consommée (céréales, pois notamment) contre 20% en AC. Cela se traduit par des charges par hectare inférieures en AB et des revenus équivalents en viande et meilleurs en lait en moyenne sur la période considérée.

---

<sup>53</sup> Le crédit d'impôt comprend une part forfaitaire de 2400 € et 400 €/hectare plafonné à 4 hectares. Il est déduit des impôts ou remboursé si le niveau d'imposition est inférieur à 4000€.

<sup>54</sup> Le RICA représente 340 000 exploitations professionnelles en moyenne annuelle sur la période 2002-2007. Les exploitations en AB ne sont identifiables que depuis 2002 et représentent 2% du total. La base de données n'est pas conçue pour être représentative des exploitations en AB et les résultats ne sont qu'indicatifs,

**En cultures permanentes** la situation est difficile Les exploitations en AB sont généralement plus petites (13 ha en fruit AB contre 31 ha en AC). Les rendements chutent de 55% en pommes et de 20% en vin. Les prix plus élevés et la pratique plus répandue des circuits courts en AB ne permettent pas toujours de compenser le différentiel de produit brut par hectare. Les charges par hectare sont plus élevées (notamment les charges de main d'œuvre) et les revenus par travailleur sont particulièrement faibles pour les fruits et le vin de table (autour de 9000 €/UTA en AB contre 20 000 € / UTA en AC).

### **Le Plan « Agriculture biologique : horizon 2012 » et le renforcement des soutiens dans le cadre du bilan de santé de la PAC en 2009**

Annoncé en septembre 2007 par le ministre de l'Agriculture, Michel Barnier, dans le contexte du Grenelle de l'environnement, le plan a pour objectif « *de relever le défi d'amener l'offre française en produits biologiques à un niveau permettant de satisfaire la demande des consommateurs dès 2012* ». Les deux objectifs les plus médiatisés sont de passer à 6% de la SAU en AB en 2012 et de viser 20% en 2020 et d'arriver progressivement à 20% de produits AB dans la restauration collective publique dès 2012 (soit plus de 100 millions de repas chaque année).

Les principaux axes du plan sont :

- 1. Soutiens à la recherche, au développement, à la formation.** Création en 2008 d'un comité scientifique national de l'AB impulsant les recherches et d'un réseau technologique de développement de l'AB associant les différents partenaires de la recherche et du développement. L'Inra développe un programme spécifique de recherche sur l'AB dans son programme quadriennal. L'enseignement agricole est également mobilisé. Il s'agit de vulgariser les techniques et les innovations permettant de maîtriser les systèmes de production AB. L'accompagnement des agriculteurs en conversion par des organismes de développement compétents (du point de vue réglementaire, technique, de connaissance des filières, de travail de groupe...) est un facteur décisif du succès.
- 2. Mise en place d'un fonds de structuration des filières AB (Avenir Bio) doté de 3 millions d'euros par an pendant 5 ans et géré par l'Agence Bio.** Il s'agit de soutenir les entreprises et les producteurs qui s'engagent contractuellement à satisfaire les demandes des consommateurs et des collectivités (pour éviter la croissance des importations ou assurer un approvisionnement de proximité par exemple). 28 projets de structuration de filières ont été retenus en 2009 : 8 en fruits et légumes, 7 en grandes cultures, 7 en lait, viande bovine et ovine et 6 en porc, volailles et œufs. **Le FISIAA (fonds d'intervention stratégique des industries agroalimentaires)** complète ce dispositif en accordant une priorité au soutien aux investissements des entreprises de transformation de produits AB (20 projets pour un financement de plus de 2 millions d'euros en 2008 soit 27% des crédits).
- 3. Revalorisation des soutiens à la conversion et à la pérennisation des exploitations.** Il existe actuellement deux types d'aides : (ces nouveaux montants s'appliquent aux dossiers déposés au 15 mai 2009 et jusqu'en 2013).

#### **Montant unitaire annuel de l'aide à la conversion vers l'agriculture biologique en 2009 (CAB), suivant le type de culture (durée 5 ans) :**

Maraîchage et arboriculture	900 € par ha et par an
Cultures légumières de plein champ, viticulture et plantes aromatiques	350 € par ha et par an
Cultures annuelles et prairies temporaires	200 € par ha et par an
Prairies et châtaigneraies	100 € par ha et par an

#### **Montant unitaire annuel de l'aide au maintien de l'agriculture biologique (MAB) suivant le type de culture :**

Cette aide, mise en œuvre par certaines régions, devrait être généralisée en 2010

Maraîchage	590 € par ha et par an
Arboriculture	350 € par ha et par an
Cultures légumières de plein champ, viticulture et plantes aromatiques	150 € par ha et par an
Cultures annuelles et prairies temporaires	100 € par ha et par an
Prairies et châtaigneraies	80 € par ha et par an

Maraîchage : deux cultures annuelles sur une parcelle ou abris hauts tunnels ou serres. Cultures légumières de plein champ : une seule culture par an et par parcelle.



Par ailleurs, le ministère en charge de l'Agriculture a confirmé :

- la prorogation du crédit d'impôt (4 000 € maximum) en faveur de l'agriculture biologique que les agriculteurs perçoivent à condition de ne pas bénéficier d'une mesure agroenvironnementale de conversion ou de soutien à l'AB ;
- la possibilité, pour les Communes, d'exonérer de la taxe foncière, pendant une durée de 5 ans, les propriétés non bâties lorsqu'elles sont exploitées sous le mode de production biologique ;
- l'augmentation de l'enveloppe nationale d'aides à la conversion qui passe de 11 millions d'euros en 2008 à 15 millions d'euros en 2009 et devrait atteindre 56 millions d'euros en 2011 et jusqu'en 2013 ;
- l'allocation d'une enveloppe de 50 millions d'euros pour la généralisation de l'aide **au soutien** de l'agriculture biologique dès 2010, résultat de la réorientation d'une partie des aides vers l'AB dans le cadre du bilan de santé de la PAC. Cette aide devrait toucher tous les agriculteurs déjà convertis à l'AB. Elle n'est pas cumulable avec le crédit d'impôt.

Les Régions ont de plus en plus de marges de manœuvre pour soutenir le développement de l'AB et leurs efforts portent notamment sur les soutiens aux actions de formation et d'animation car l'appui technique est déterminant pour la réussite de la conversion.

Le dispositif de soutien à l'AB s'est donc considérablement étoffé ces dernières années, principalement par des transferts de fonds au niveau des politiques agricoles françaises et européennes. Avec un montant évalué à 58 millions d'euros en 2010, les crédits du Ministère sont 2,5 fois supérieurs à ceux de 2008. Il est vrai que les objectifs sont très ambitieux (gagner 1 million d'hectares en 4 années). Les chiffres de conversion de l'année 2009 (3600 exploitations et 115 000 ha supplémentaires, autant que les six dernières années) semblent indiquer que l'ensemble de ces incitations portent leurs fruits. Avec 16400 exploitations et 670 000 ha en 2009 l'AB représente 2,5% de la SAU française. Cependant, cette croissance ne dépend pas uniquement des soutiens publics mais également de l'évolution des marchés des produits de l'AB, des concurrences à l'importation intra et extra européennes et des stratégies de la grande distribution qui contrôle 70% du marché (marché à la consommation estimé par l'Agence Bio à 2,6 milliards d'euros en 2008). La demande des consommateurs continuera-t-elle à croître avec la crise et qui la satisfera<sup>55</sup> ?

#### **Eléments de bibliographie :**

Agence Bio, 2009, L'agriculture biologique française : chiffres 2008. 170p.

Cnasea/AND International, 2008, Evaluation ex post du PDRN. Annexe: étude de cas sur l'agriculture biologique, 99p.

Guesnerie R., 2006, L'économie de marché. Le Pommier, Paris, 192p.

Guyomard H., 2009, Politiques publiques et agriculture biologique, Innovations Agronomiques 4, 499-511.

Inra (2010) Écophyto R&D : Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Tome VI Analyse ex ante de scénarios de rupture dans l'usage des pesticides, 57p.

Riquois A., 1998, Pour une agriculture biologique au cœur de l'agriculture française. Rapport de propositions pour la mise en œuvre du plan pluriannuel de développement 1998-2002. MAP/CGGREF.

Saddier M., Député de Haute Savoie, 2003, L'agriculture biologique en France : vers la reconquête d'une première place européenne, Rapport au Premier Ministre, 141p.

---

<sup>55</sup> Le dernier Baromètre de l'Agence Bio a montré une certaine résistance du secteur malgré la crise. Ainsi en 2009, 46% des Français consomment au moins un produit bio au moins une fois par mois (en hausse de 2% par rapport à 2008). Selon ce même baromètre, la tendance semble être une tendance de fond et non seulement un « effet de mode », 25% des consommateurs-acheteurs de produits issus de l'AB ont déclaré avoir l'intention d'augmenter leur consommation au cours des 6 prochains mois (22% en 2008) et 71% de la maintenir.

# Conclusions du groupe intersections AB

**Bernard Le Buanec**

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

Le groupe a considéré l'agriculture biologique (AB) à travers le cahier des charges qui la définit, cahier des charges contraignant dont les caractéristiques les plus connues sont l'interdiction d'utiliser des produits chimiques de synthèse tant en fertilisation qu'en défense des cultures et, dans une moindre mesure en nutrition et santé animales. En élevage le critère le plus marquant est le lien au sol, assoupli par le règlement européen du 28 juin 2007. Dans le cadre des technologies actuellement disponibles, ce cahier des charges conduit à des diminutions significatives de productivité doublées, pour certaines cultures, d'une forte variabilité des volumes de production d'une année sur l'autre. Cela entraîne également une augmentation significative des coûts de production et du prix de vente des produits issus de l'AB.

La France, en pointe dans le développement de l'AB jusqu'en 1985 en particulier du fait de sa loi d'orientation agricole de 1980, a ensuite vu stagner son pourcentage des surfaces cultivées AB, contrairement à de nombreux autres pays européens. Cette différence d'évolution est due en grande partie à la faiblesse relative des soutiens financiers publics au développement de l'AB qui, jusqu'à une date récente, n'a pas été plus aidée que l'agriculture conventionnelle(AC), contrairement à ces autres pays. A partir de 2007 le Grenelle de l'environnement a donné un nouvel élan au développement de l'AB en France, en particulier du fait de la demande sociétale et du choix de certains consommateurs.

Le plan « Agriculture biologique : horizon 2012 » et le bilan de santé de la Politique Agricole Commune prévoient une augmentation des soutiens et plus particulièrement des soutiens à la recherche, au développement et à la formation, la mise en place d'un fonds de structuration des filières AB doté de 3 millions d'euros et la revalorisation des soutiens à la conversion et au maintien des exploitations. Les deux objectifs les plus médiatisés sont de passer à 6% de la surface agricole utile en 2012, de viser 20% en 2020 et d'arriver progressivement à 20% de produits issus de l'AB dans la restauration publique collective dès 2012. On peut donc s'attendre à une augmentation de l'AB en France dans les années à venir, même si les objectifs définis semblent ambitieux pour 2012 et peu réalistes pour 2020.

Devant cette évolution prévisible il est intéressant de se poser la question de l'impact de l'AB sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments et sur l'environnement, les deux raisons principales mises en avant par les consommateurs lors des enquêtes de motivation d'achat de produits issus de l'AB.

## **Impact sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments**

Le rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (Afssa) « Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique » de 2003 concluait qu'« en l'état actuel des connaissances et devant la variabilité des résultats des études examinées, il ne peut être conclu à l'existence de différence remarquable, au regard des apports de référence disponibles (Apports nutritionnels conseillés), des teneurs en nutriments entre les aliments issus de l'agriculture biologique et ceux issus de l'agriculture conventionnelle. Concernant les polyphénols, les études montrent un potentiel intéressant de l'agriculture biologique à prendre en compte dans le cadre de réflexions plus générales sur cette catégorie de microconstituants ». Depuis la publication de ce

rapport de nombreuses nouvelles études sur ce sujet ont été publiées et une centaine d'entre elles a été analysée dans le cadre du travail du groupe intersections de l'Académie d'Agriculture sur l'AB. Ces études montrent que, pour les productions végétales, il y a peu de différences significatives entre les différents modes de production avec parfois des résultats contradictoires dans un sens ou dans l'autre et un effet souvent prépondérant de la variété cultivée. Il existe une légère tendance favorable aux produits issus de l'AB pour quelques vitamines et substances antioxydantes dont l'effet sur le statut antioxydant chez l'homme n'a pas été démontré. La production en AB augmente les réactions d'auto-défense de la plante avec la production de centaines de métabolites secondaires qui sont des toxines naturelles à action insecticide ou fongicide dont l'effet sur l'homme est mal connu. De même les protéines de transport des lipides des rosacées (de très nombreux fruits européens), produits allergènes, seraient plus présentes dans les fruits produits en AB et leur consommation ne serait pas à conseiller aux personnes allergiques. Les teneurs en nitrates sont souvent significativement moins élevées dans les légumes issus de l'AB, avec ici aussi un fort effet variétal. Il faut cependant noter que l'on considère aujourd'hui que les teneurs élevées en nitrates sont beaucoup moins préoccupantes pour la santé que ce qui a été longtemps admis. Enfin, en toute logique, les résidus de pesticides de synthèse sont moins présents dans les produits issus de l'AB, mais il faut cependant noter que 96% des produits issus de l'AC ont des résidus inférieurs à la limite maximum de résidus (LMR) autorisée par la réglementation, cette LMR étant elle-même définie de telle sorte que l'exposition maximale du consommateur soit au moins 100 fois plus faible que la dose sans effet (DSE) du produit considéré. Les résidus des produits de traitement autorisés en AB, dont l'innocuité n'est pas garantie, ne sont eux en général pas recherchés. Les données sont beaucoup moins nombreuses pour les produits animaux mais elles confirment l'influence favorable du régime alimentaire à base d'herbe ou de fourrages frais sur les teneurs en acide gras polyinsaturés oméga-3 du lait et de la viande, régime pouvant aussi être utilisé en élevage conventionnel, notamment extensif. Que ce soit pour les qualités organoleptiques ou les risques parasitaires le système d'élevage en AB ne mérite probablement pas d'être traité différemment d'autres systèmes d'élevage où il y a interaction importante avec l'environnement, cela d'autant plus que les nouvelles normes européennes sont nettement moins contraignantes en ce qui concerne les possibilités de traitement thérapeutique et l'âge à l'abattage.

Il est donc possible de confirmer les conclusions du rapport 2003 de l'Afssa en précisant que, dans l'état actuel de nos connaissances, la consommation d'aliments AB ne montre pas d'effet bénéfique sur la santé. L'aspect le plus important pour la nutrition reste la diversité et l'équilibre du régime alimentaire, l'impact d'un ou de quelques repas « bio » par semaine demeurant insignifiant.

## **Impact sur l'environnement**

L'analyse de l'impact de l'AB sur l'environnement est un sujet très complexe et la comparaison avec celui de l'AC est malaisée, la mise en œuvre de nécessaires comparaisons expérimentales entre systèmes étant difficile et lourde. Il existe cependant un certain nombre de références bibliographiques sérieuses qui permettent de tirer quelques conclusions dont il faut cependant se garder de généralisations hâtives et simplistes qui seraient contredites par des exemples contraires.

En grande culture l'AB permet une diminution des teneurs en nitrates et pesticides des eaux de surface et de profondeur et de bien respecter ainsi les normes actuelles. L'AB permet une meilleure qualité physique et biologique des sols mais par contre peut induire un appauvrissement en certains éléments minéraux qui deviennent alors limitant pour la production. En culture céréalière la limite est rapidement atteinte pour l'azote et il faudra suivre avec vigilance l'évolution des autres éléments. En revanche, en système agriculture-élevage et en maraîchage où de fortes fertilisations organiques sont souvent apportées le risque d'appauvrissement est beaucoup moins élevé. En général l'érosion hydrique du sol est significativement plus faible en AB. La non utilisation de

pesticides de synthèse en AB peut avoir un effet sur la diminution de la présence éventuelle de ces substances dans l'air, mais toute analyse sur ce sujet reste difficile du fait de la dispersion des parcelles et du brassage de l'air. L'AB apporte un plus sur la biodiversité au niveau de la parcelle, tant au niveau du sol que de la flore adventice. Son effet sur une réduction éventuelle de l'émission de gaz à effet de serre (GES) est difficile à évaluer et ses avantages dans ce domaine restent à démontrer. Les travaux comparant la consommation d'énergie par tonne de matière sèche produite en AB et en AC montrent des résultats variables. Certains indiquent une diminution importante en AB et d'autres n'indiquent pas de différence avec l'AC.

En production animale il semble que les avantages respectifs de l'AB et de l'AC varient en fonction du type d'animal concerné, monogastriques ou ruminants, et des critères environnementaux considérés. Ainsi les systèmes porcins AB sont moins performants sur les GES que l'AC. Inversement, les systèmes AB d'élevage de ruminants à base de pâturage, comme d'ailleurs ceux des systèmes d'élevage en AC extensive, sont plus favorables à la biodiversité et aux paysages.

En dehors de la qualité de l'air et, dans une moindre mesure, de celle de l'eau, la plupart des influences citées relèvent du niveau parcellaire voire, au mieux, du territoire de l'exploitation ou de ses abords immédiats. Le caractère diffus de l'AB en France et son faible taux de pénétration limitent donc grandement son éventuel impact positif sur l'environnement.

Pour accroître les effets positifs de l'AB sur certains critères environnementaux il serait donc logique de concentrer ce type d'exploitations dans certains territoires en fonction d'impératifs locaux, environnementaux et socio-économiques. Il pourrait s'agir par exemple de zones de captage de sources ou de nappes phréatiques, de bassins versants exigeant une eau de qualité prédéterminée ou de communes ayant un projet de territoire avec des qualités spécifiques.

Dans de telles zones l'AB pourrait facilement dépasser les 20% du territoire et s'associer à d'autres formes d'agriculture durable. Cela permettrait notamment d'assurer des transferts de fertilité intra-zone entre exploitations de différentes spécialisations, de maintenir ou de redévelopper l'association culture-élevage, d'assurer une mosaïque paysagère diversifiée et également de réduire les transferts de matières et d'eau. Le risque de contamination des produits issus de l'AB par la dérive de produits de traitement provenant de parcelles voisines conduites en AC serait réduit. La possibilité de maintenir sur une partie du territoire le traitement des cultures et les soins aux animaux avec des substances de synthèse assurerait une certaine protection contre les risques d'épidémies. En outre, en dehors de l'effet environnemental, cette localisation favoriserait des circuits homogènes de collecte et de distribution dont la production est plus concentrée et dont la spécificité est source de valorisation. Une telle organisation nécessiterait une volonté collective et des soutiens spécifiques des pouvoirs publics.

Toutefois, cette proposition mérite d'être nuancée. En effet la conservation de la biodiversité n'est pas forcément liée à une concentration des parcelles en AB dans un même lieu. En outre, concernant la concentration territoriale des productions, les agriculteurs en AB ne suivent pas forcément une orientation régionale dominante et ont souvent une diversité de productions souvent difficiles à valoriser dans une seule organisation économique, tandis que les consommateurs achètent en général plusieurs catégories de produits issus de l'AB qu'ils ne trouveront pas dans la même zone.

## Conclusion générale

Née dans la première moitié du vingtième siècle de mouvements philosophiques et éthiques, l'AB s'est développée, en France et dans de nombreux pays, à partir des années 1970 suite à l'émergence de nouveaux courants d'idées et à des changements sociologiques importants. Le mouvement s'est amplifié au cours de la dernière décennie dans la mouvance des courants justifiés de protection de l'environnement et du besoin indiscutable de limiter l'utilisation des ressources non renouvelables de la planète. La demande sociétale est forte mais les principales motivations d'achat des consommateurs, valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments et protection de l'environnement, ne semblent pas, selon les connaissances actuelles, toujours confirmées par les faits observés, principalement pour l'aspect alimentaire. Les fortes contraintes du cahier des charges, souvent plus dogmatiques que scientifiquement et techniquement justifiées, provoquent en général une nette diminution de la productivité qui entraîne une augmentation du prix des produits. Ces simples considérations nous invitent à limiter une trop forte expansion de l'AB qui peut évidemment rester un marché de niche intéressant pour certains producteurs et certains consommateurs et se développer en fonction de ce marché. Dans ces conditions l'objectif de 20% des surfaces françaises en AB en 2020 ne semble pas réaliste. Mais est-il même souhaitable ? Cependant, il faut reconnaître que parmi les systèmes de production orientés vers le développement d'une agriculture durable l'AB est le seul qui soit labellisé, organisé, et valorisé depuis les années 1990. Ce modèle extrême, qui peut être considéré comme pionnier et moteur de démarches en faveur de la durabilité peut servir de laboratoire pour la recherche agronomique et l'innovation en agriculture. Il faut donc profiter de la demande sociétale et du soutien du gouvernement pour intensifier la recherche sur la diminution d'intrants, le développement de variétés encore mieux adaptées aux stress biotiques et abiotiques, le maintien de la fertilité des sols et le respect de la biodiversité tant au niveau de la parcelle que du territoire. Cette recherche devrait permettre d'améliorer les performances de l'AB et surtout de développer une « agriculture intégrée » de bonne productivité et durable, agriculture intégrée qui a déjà fait ses preuves dans certaines situations et apporte les principaux avantages de l'AB sans ses trop fortes contraintes. Ce type d'agriculture se situe entre deux extrêmes inacceptables à long terme, l'agriculture intensive avec fertilisation mal raisonnée et traitements systématiques et l'AB avec ses refus à priori de technologies efficaces pour la fertilisation, la défense des cultures et l'amélioration des plantes dont les risques potentiels sont de mieux en mieux gérés.