

Recherches en élevage biologique : enjeux, acquis et développements

S. BELLON¹, S. PRACHE², M. BENOIT², J. CABARET³

¹ INRA, UR767 Écodéveloppement, F-84914 Avignon, France

² INRA, UR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France

³ INRA, UR1282, Infectiologie Animale et Santé Publique, F-37380 Nouzilly, France

Courriel : stephane.bellon@avignon.inra.fr

L'élevage contribue fortement à l'Agriculture Biologique (AB) française. La majorité des productions animales sont *a priori* concernées. En 2007, 42% des 12 000 exploitations agricoles françaises engagées en AB pratiquaient l'élevage. Près de 2/3 (65%) de ces exploitations avaient des surfaces en herbe ou des cultures fourragères et plus d'1/4 un troupeau de vaches laitières ou allaitantes. Sur les 557 133 ha¹ certifiés en 2007, 2/3 étaient des surfaces toujours en herbe, des prairies temporaires ou des cultures fourragères (Agence Bio 2007). Cette part (2/3) est identique à celle des surfaces en herbe certifiées au niveau mondial, et supérieure à la moyenne des pays européens (encadré 1).

La contribution relative de l'AB à l'élevage français varie selon les espèces animales et les produits (tableau 1). Elle est plus importante pour les petits ruminants laitiers alors que l'élevage porcin est moins représenté (Prunier et Lebreton 2009).

Un constat de décalage entre l'offre et la demande en France

Le marché des produits biologiques poursuit sa croissance en Europe, les

principaux pays consommateurs étant l'Allemagne, l'Italie, la France et le Royaume-Uni (Van Osch 2008). La part de l'AB dans le marché alimentaire national reste faible en France (1,1% en 2005) et en Espagne (1%) ; elle est plus importante en Italie (2,5%) et surtout en Allemagne (3,6%) ou en Autriche (6%). Les produits laitiers, les œufs et la viande fraîche biologiques sont achetés principalement en Grandes et Moyennes Surfaces (GMS), alors que les lieux d'achat de volailles sont plus diversifiés (GMS, marchés, vente à la ferme, commerçants et artisans, magasins spécialisés).

Paradoxalement, on constate l'importation de produits d'élevage biologique en France, alors que les produits nationaux ne sont pas toujours valorisés en AB (Veysset *et al* 2009a). Ces difficultés de valorisation peuvent être un frein aux conversions en AB, voire se traduire par des «réversions». Dans l'organisation de filières, l'importance des investissements, l'éloignement des abattoirs ou l'absence de chaîne spécialisée de collecte ou d'abattage sont des freins importants au développement de systèmes

d'élevage bio allaitants (Sylvander et Kristensen 2004). Les faibles volumes mis en marché et la saisonnalité de la production peuvent également constituer des freins, mais on peut faire l'hypothèse qu'un seuil critique (volume suffisant) pourrait être atteint. Parallèlement, les débouchés se diversifient avec la vente directe ou à domicile, sous forme de colis (Lamine 2008), mais aussi avec des perspectives de valorisation identifiées au niveau régional ou territorial (Schermer 2006).

Pour un développement pérenne et viable de l'élevage biologique, aucun mode de valorisation ne peut donc être exclu (Stassart et Jamar 2005, Sylvander *et al* 2006).

Cependant, l'offre de produits AB ne suit pas la demande en expansion ; d'où une forte volonté des autorités publiques de développer l'AB par des incitations, au nom de la préservation de l'environnement ou par des actions sur l'offre² et sur la demande, en particulier avec l'extension de l'AB dans la restauration collective et hors domicile (Guyomard 2009).

Encadré 1. Surfaces en AB et en herbe, en Europe et dans le monde

La surface agricole en AB dans le monde a été multipliée par 3 entre 1995 et 2006 et atteint 30,5 millions d'ha en 2006, soit 0,65% de la surface agricole totale pour 138 pays enquêtés (Agence Bio 2007). L'Europe représente, en 2006, 24% de l'ensemble des terres en AB, la surface totale atteignant 6,8 millions d'ha (27 pays UE). Cependant l'importance relative des surfaces en AB est très variable, avec seulement 2% en France (21^{ème} place européenne contre 4% en moyenne à l'échelle de l'Europe en 2006).

Les surfaces en herbe représentent, au niveau européen, 43% des surfaces en AB, avec 3 millions d'ha. Au niveau mondial, les surfaces toujours en herbe représentent approximativement les 2/3 des surfaces certifiées, avec une dominance de l'Australie (11,4 millions d'ha de parcours pour 11,8 millions d'ha certifiés), suivie de l'Amérique Latine et de l'Europe (Willer et Youssefi 2008). Cependant, ces surfaces peuvent être conduites de façon extrêmement extensive, avec des tailles d'exploitations pouvant dépasser un million d'ha (en Australie et au Brésil). L'importance des surfaces conduites en AB ne donne ainsi qu'une idée partielle du poids de ce mode de production dans l'activité agricole ou économique.

¹ Pour mémoire, au niveau national (Agreste 2007), les surfaces utilisées par des ruminants représentent 9,6 millions d'ha pour les OTEX (Orientation Technico-économique des Exploitations) 41 à 44 (41 : bovins lait ; 42 : bovins viande, 43 : bovins lait-viande, 44 : autres herbivores).

² Depuis 2008, un fonds spécifique est dédié à la structuration des filières. Il est doté de 3 millions d'€ pendant 5 ans et géré par le Groupement d'Intérêt Public (GIP) Agence Bio.

Tableau 1. Productions animales biologiques en France en 2007 (Agence Bio 2007).

Espèces animales	Nombre d'exploitations	Nombre d'animaux AB	Part de l'AB dans l'effectif national (%)
Vaches allaitantes	1 841	61 062	1,5
Vaches laitières	1494	59182	1,5
Total bovins	3335	120244	1,5
Brebis viande	897	78450	1,8
Brebis laitières	348	50642	3,9
Total ovins	1245	129092	2,2
Chèvres	365	26900	3,2
Truies reproductrices	252	4885	0,5
Poulets de chair	424	4 553 579	ND
Poules pondeuses	701	1 618 730	ND

Contribution de la recherche au développement de l'élevage AB

Cet enjeu de dynamisation du secteur de l'AB se traduit par la nécessité de mieux prendre en compte ses multiples dimensions et de renforcer les interfaces entre acteurs de l'AB. En particulier, les professionnels expriment de fortes attentes vis-à-vis du monde de la recherche pour les aider au développement de l'élevage biologique. Cependant, la production scientifique consacrée à l'élevage reste plutôt faible - de l'ordre de 10% - de l'ensemble de la littérature relative à l'AB (Nicholas *et al* 2004, cités par Höring 2006). Les relations entre les mondes de l'AB et de la recherche n'ont pas toujours été faciles, pouvant conduire à un « syndrome de radicalité mutuelle » (Sylvander 2007). La recherche agronomique est parfois critiquée pour son manque de mobilisation (Gall *et al* 2009), d'où la création du Comité Interne Agriculture Biologique (CIAB) à l'INRA en 2000 pour la programmation, le financement, l'évaluation et la diffusion de résultats de recherche.

Dans cet article, quatre enjeux importants pour l'avenir de l'élevage AB sont discutés : 1) la conception de systèmes d'élevage plus autonomes et économes en intrants, en accord avec les principes de l'AB; 2) la maîtrise durable de la santé et du bien-être des animaux; 3) la maîtrise des qualités nutritionnelles, sensorielles et sanitaires des produits animaux ; 4) le renforcement des interactions entre élevage biologique et environnement, en optimisant ses impacts et aménités sur la biodiversité, les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), les consommations énergétiques et les transferts de fertilité internes aux unités de production. Pour chacun de ces enjeux, nous revenons sur les démarches et les acquis, ainsi que sur les questionnements de recherche pour l'avenir.

1 / Conception de systèmes d'élevage

1.1 / Propriétés attendues et composants des systèmes d'élevage AB

L'importance accordée au lien au sol implique de planifier la conduite du troupeau et d'adopter une stratégie d'alimentation maximisant l'utilisation des ressources disponibles sur la ferme, en favorisant un lien étroit entre productions animales et végétales. Comme dans certains systèmes conventionnels sous fortes contraintes de milieu ou de cahier des charges, des races animales rustiques sont privilégiées, du fait de leur aptitude à la reproduction à contre saison, à la mobilisation des réserves corporelles, à leurs qualités maternelles ou à leur résistance au parasitisme. Cependant, ce dernier caractère diffère selon les parasites considérés ; par exemple, les brebis Mérinos d'Arles se défendent mieux que les Romanov contre les strongles, mais pas contre la douve. Par ailleurs, la prévention, base de la gestion de la santé des animaux, est directement liée à l'adéquation entre les objectifs de production et la conduite des animaux, en particulier leur alimentation. L'autonomie alimentaire peut aussi intervenir indirectement sur la santé : le choix malheureux de certaines productions sur des terrains inadaptes (carences ou nature physique du sol) peut en effet sensibiliser les animaux aux bio-agresseurs. Enfin, la dimension socio-économique doit être prise en compte tant pour ce qui concerne l'éleveur (choix personnel d'un système de production) que pour les débouchés envisagés (circuits courts éventuels, répartition saisonnière de la production...). L'AB compte sur la diversité des ressources et de leurs combinaisons pour assurer des niveaux de production

peu dépendants d'intrants externes à l'exploitation, tout en sécurisant le système vis-à-vis d'aléas. Une plus grande autonomie des systèmes d'élevage en AB (limitation des intrants, lien au sol, objectifs de production réalistes) et une moindre spécialisation devraient les rendre plus stables vis-à-vis d'aléas conjoncturels. En effet *i)* à revenu équivalent, les produits et les charges sont plus faibles (dont les charges d'alimentation, au moins pour les ovins, et les fertilisants), les fluctuations des cours étant alors moins fortement répercutées, à la hausse comme à la baisse (Benoit et Laignel 2009), *ii)* une diversité des produits limite l'impact de fluctuations de prix observées sur une filière particulière (Veysset *et al* 2009).

1.2 / Objets et méthodes d'étude privilégiés

Une approche systémique est nécessaire en AB, au regard de ses principes, de ses valeurs et de la diversité de la place de l'élevage dans les exploitations. La compréhension du fonctionnement des systèmes d'élevage en AB passe ainsi par l'étude de leur diversité sur le terrain (réseaux de fermes) et par la mise en place d'expérimentations systémiques qui permettent : *i)* d'analyser les interactions, particulièrement mises en avant en AB, entre les éléments constitutifs du processus de production, et *ii)* de comprendre leur dynamique temporelle. Ces dispositifs s'appuient sur une modélisation du pilotage de systèmes d'élevage, avec la définition de règles de conduite ; ces règles sont ensuite validées au travers d'expérimentations pluriannuelles en situation contrôlée (Dedieu *et al* 2008). Leur construction nécessite un travail interdisciplinaire, ce qui permet de mieux prendre en compte la question de la durabilité socio-écologique des systèmes de production (Holling *et al* 1998). Le choix du niveau d'organisation est alors primordial, en privilégiant des échelles larges, tant d'un point de vue temporel (plusieurs années d'études) que spatial (exploitation ou bassin de production). Par exemple, les émissions de méthane par les vaches laitières, ponctuellement élevées par kilo de lait produit, doivent être pondérées par la durée de carrière effective des animaux, souvent supérieure en AB, la quote-part de vie non productive (génisse) étant alors réduite (Hörtenhuber *et al* 2008).

L'expérimentation-système permet de prendre en compte la dynamique

temporelle d'un système et ses états d'équilibre successifs, dans un contexte changeant soumis en particulier aux aléas climatiques. La complexité des interactions biologiques en jeu rend délicate la modélisation de nouveaux équilibres qui peuvent s'instaurer à moyen terme, s'articulant en particulier autour des propriétés du sol, des ressources alimentaires et de la santé animale. L'expérimentation permet de cibler les «points de rupture» possibles d'un système lorsque l'on resserre fortement ses contraintes, comme cela a été démontré dans l'expérimentation-système en production ovine biologique menée à l'INRA de Theix (Benoit *et al* 2009b). Elle a permis de mettre en évidence les fortes fluctuations des performances technico-économiques d'un système d'élevage AB calé sur un modèle de production conventionnel intensif (3 agnelages en 2 ans). Elle atteste ainsi de la difficulté d'appliquer à l'AB un schéma de reproduction issu de l'élevage conventionnel.

1.3 / Dynamique et diversité des modèles de développement de l'élevage AB

L'élevage est aussi un élément de diversification important en AB. Bien que de nombreuses conversions récentes soient plutôt le fait de systèmes «spécialisés» dans une production végétale, on constate également que certains producteurs déjà convertis intègrent de l'élevage après quelques années : par exemple, en arboriculture (pour entretenir un couvert herbacé, réduire un *inoculum* de bio-agresseurs en laissant des animaux consommer des fruits tombés à terre), en viticulture (gestion de l'enherbement) ou en maraîchage (intégration de poules pour préparer des planches, réduire un stock d'adventices et fertiliser). L'élevage s'inscrit alors dans une succession écologique, et agit en retour sur les dynamiques de végétation. Cette mise en perspective enrichit une représentation de l'AB vue comme système intégré et stabilisé mettant en relation la terre, les animaux et l'Homme, et impliquant une remise en circulation locale de l'alimentation et du fumier (Vaarst *et al* 2006). Les systèmes à concevoir en AB sont donc plus divers que le modèle classique de polyculture-élevage tel qu'il était proposé dans les années 70 (Collectif 1974). Ce modèle a montré sa robustesse puisqu'on peut encore l'observer aujourd'hui. Il s'est aussi adapté en s'appuyant sur d'autres moyens de production et circuits de

commercialisation. L'élevage AB se présente non seulement comme en rupture avec des modes de production plus artificialisés, mais aussi comme en évolution par rapport aux fondamentaux des années 70. Si une spécialisation des systèmes d'élevage est actuellement observée, l'extension attendue de l'AB en France permet aussi d'envisager des formes d'organisation à échelle locale ou régionale, associant des éleveurs entre eux (transhumance...) mais aussi avec des cultivateurs (par exemple pour des échanges de matière et des transferts de fertilité : aliments pour les troupeaux, fumier pour les cultures...).

Au-delà de cette opposition entre systèmes spécialisés et diversifiés, d'autres tendances évolutives sont identifiées en élevage AB. L'extension des conversions AB en élevage bovin-lait à la fin des années 90 s'est en effet souvent accompagnée d'une augmentation de la taille des troupeaux et des rendements ainsi que du nombre des interventions thérapeutiques, comme cela est constaté dans une étude comparative danoise intégrant différentes dates de conversion (Bennedsgaard *et al* 2003). Ce cas d'étude est aussi une traduction concrète de la thèse de la «conventionnalisation» de l'élevage AB (Langer *et al* 2005, Flaten et Lien 2006). Selon cette thèse, portée initialement par les sciences sociales (*e.g.* Hall et Mogyorodó 2001) puis transposée dans le milieu agronomique (Lamine et Bellon 2009, Darnhofer *et al* 2009), une part au moins de l'AB s'éloignerait des principes qui la sous-tendent. Elle reproduirait alors les schémas techniques, sociaux et économiques de l'agriculture conventionnelle, au risque de rencontrer les mêmes écueils que ceux contre lesquels l'AB s'est justement construite historiquement (Cadiou *et al* 1974, Guthman 2004).

La diversité des productions animales et la dynamique des systèmes d'élevage biologiques doivent être pris en compte pour donner des fondements solides aux enjeux de développement de l'AB. Quelles perspectives peuvent être dégagées en termes d'innovation pour l'élevage AB ?

Bocquier (2009) suggère d'étendre une proposition dérivée du domaine de la protection des cultures (Hill 1985) à l'ensemble des productions AB et aux processus de transformation qui les accompagnent. Il distingue trois niveaux d'intervention principaux : *i)* les actions techniques directes, pour résoudre des difficultés à court terme,

au moyen d'intrants éligibles et efficients en AB ; *ii)* des combinaisons techniques plus élaborées, relevant d'un changement des pratiques d'élevage ; par exemple, en modifiant des dates de mises bas pour accroître l'autonomie alimentaire de l'élevage et augmenter sa résistance aux aléas, ou en remplaçant l'utilisation d'intrants par l'observation et une technicité spécifique, et *iii)* la mobilisation de nouvelles ressources pour construire un système de production biologique ; par exemple en introduisant de nouveaux assolements et rotations, ou en adaptant des bâtiments d'élevage. Il s'agit aussi de maintenir ou de développer la rentabilité, en combinant les divers objectifs techniques dans une approche systémique, pour atteindre un compromis acceptable (Sylvander et Benoit 2002).

Cette proposition offre un cadre tant pour les producteurs susceptibles de se convertir que pour ceux déjà en AB : de ces trois niveaux découlent des ordres de recommandation différents, permettant de mieux cibler les références utilisables ou à produire.

2 / Bien-être animal et maîtrise durable de la santé en élevage biologique

2.1 / Un cahier des charges qui décline les valeurs de l'agriculture biologique

Les cahiers des charges et leur évolution sont présentés dans ce numéro spécial «Elevage bio» d'Inra Productions Animales (Leroux *et al* 2009). Les impératifs de «naturalité» et de confort des animaux qu'ils comportent sont définis en général sans référence à des aléas particuliers, et constituent des normes (surface disponible, liberté de mouvement...). A l'inverse, les recommandations relatives à la santé n'ont de sens que relativement à des aléas : apparition d'une maladie donnée ou baisse de production avérée. Les prescriptions dans le domaine de la santé (encadré 2) reposent sur des impératifs généraux. La prévention est essentielle et n'est pas médicale, au moins pour les ruminants ; elle s'appuie sur le choix de souches ou de races adaptées, auxquelles sont fournies une alimentation et un environnement compatibles avec les besoins naturels de l'espèce (espace, accès au pâturage pour les ruminants...), ce qui lie fortement bien-être et santé. La maladie est considérée comme un incident auquel il faut remé-

Encadré 2. Rappel des considérants sur la prophylaxie et les soins vétérinaires du règlement CE n° 1804/1999 :

«La santé des animaux doit être fondée principalement sur la prévention, grâce à des mesures telles qu'une sélection appropriée des races et des souches, une alimentation équilibrée de qualité et un environnement favorable, en particulier s'agissant de la densité d'élevage, du logement des animaux et des pratiques d'élevage ;

L'utilisation préventive de médicaments allopathiques chimiques de synthèse est interdite dans l'élevage en agriculture biologique ;

Toutefois, si des animaux sont malades ou blessés, il convient de les traiter immédiatement en donnant la préférence aux médicaments phytothérapeutiques ou homéopathiques et en limitant au strict minimum l'utilisation de médicaments allopathiques chimiques de synthèse ; pour garantir l'intégrité de la production en AB pour les consommateurs, il doit être possible de prendre des mesures restrictives telles que le doublement du délai d'attente après utilisation de médicaments allopathiques chimiques de synthèse».

dier par des thérapies alternatives comme l'homéopathie ou la phytothérapie ; l'utilisation de traitements allopathiques chimiques de synthèse est autorisée si cela paraît nécessaire, des limites étant fixées pour leur utilisation. Ainsi, dans le cahier des charges français REPAB-F (Leroux *et al* 2009 *op. cit.*) les traitements allopathiques chimiques de synthèse pour les ovins étaient contingentés, selon les règles suivantes :

- hors antiparasitaires : un seul traitement durant l'année pour les agneaux ; deux pour les brebis, par an ou par cycle entre deux mises bas pour les laitières,

- antiparasitaires : trois pour les agneaux et deux pour les brebis par an.

Le décompte devient un peu plus difficile lorsqu'il s'agit de dénombrer tous les traitements parasitaires et hors antiparasitaires (trois chez les agneaux et trois chez les brebis). Ces contraintes sont particulièrement assouplies dans le cahier des charges européen qui a pris effet en 2009 (Règlement CE n° 834/2007).

Signalons le cas particulier des monogastriques (porcs et volailles du genre *Gallus*). Les différences entre élevages conventionnels (hors label rouge) et AB sont très importantes, puisque les animaux ont accès à l'extérieur, ce qui peut entraîner un parasitisme plus intense, et sont élevés plus longtemps, ce qui favorise l'apparition de certaines maladies virales. Cela implique l'utilisation très importante d'une prophylaxie médicale (vaccins) (Guémené *et al* 2009), ce qui n'est pas dans l'esprit de l'élevage AB. Des travaux importants seraient à entreprendre pour réduire cet arsenal préventif vaccinal en élevage des monogastriques.

Les principes énoncés dans l'encadré 2 se retrouvent dans le nouveau règlement européen. Un des points

importants concerne les traitements relatifs à la protection des humains et de la santé animale imposés par la communauté européenne : ils doivent donc être autorisés (Kammerer et Pinault 2001). L'élevage biologique s'inscrit donc dans un ensemble plus vaste en ce qui concerne la santé. Le cahier des charges intègre le bien-être et la santé animale dans un ensemble de valeurs : produire en accord avec le bien-être animal, la naturalité des espèces, et en ayant recours le moins possible aux thérapeutiques. Cela revient à proposer des systèmes de production respectueux de l'animal et de l'environnement, systèmes qui seraient alors capables d'assurer l'homéostasie des interactions animal-plante-sol-Homme.

2.2 / Bien-être animal

Lorsqu'il est appliqué aux animaux, le terme anglais «*welfare*» concerne non seulement leur santé physique, mais aussi leur état psychologique et la mesure dans laquelle la nature de l'animal est respectée (Hewson 2003). Pour les francophones, le terme de bien-être animal correspond plutôt aux deux derniers aspects et il repose pour l'essentiel sur l'étude du comportement animal, alors que la santé physique est considérée comme nécessaire mais convoquant d'autres disciplines. Les mots «*welfare*» et santé occupent une place comparable dans le nouveau règlement européen (12 et 13 occurrences respectivement). Le concept de naturalité, très présent en AB (IFOAM 2002, Lund 2006), amène indirectement à se poser des questions sur la qualité de la vie des animaux de rente (Waiblicher *et al* 2004). Ces auteurs emploient le terme de qualité de vie qui repose sur le bien-être, la naturalité et la santé (tableau 2). Les variations par rapport à la naturalité reposent sur des choix de valeurs et des interprétations qui dépassent le seul éleveur (Lund *op. cit.*) ; ils concernent l'ensemble du secteur de l'AB. Ces choix une fois posés,

les conséquences comportementales et sanitaires seront modulées selon le savoir-faire de l'éleveur.

L'examen du tableau 2 indique que bien-être et santé animale ne constituent pas deux entités indépendantes : les composantes du bien-être ont des répercussions sur la santé.

2.3 / Santé animale

En pratique, les problèmes sanitaires en AB (Thamsborg *et al* 2004) demeurent, bien que des solutions nombreuses aient été proposées (Vaarst *et al* 2008, Cabaret et Nicourt 2009). Ainsi les coûts sanitaires (liés aux frais vétérinaires et aux médicaments, ainsi qu'aux traitements alternatifs et compléments alimentaires) sont en moyenne doublés en élevage ovin allaitant AB par rapport à l'élevage conventionnel (Benoit et Laignel 2002). Les seuls frais vétérinaires stricts (médicaments allopathiques de synthèse et honoraires) chez les éleveurs ovins du Massif Central sont inférieurs de 8% (montagne) à 16% (plaine) en AB. Ceci signifie qu'une bonne partie des dépenses de santé est imputable aux traitements alternatifs et compléments qui sont distribués par d'autres professionnels que les vétérinaires. Dans certains cadres de grande «naturalité» (bovins allaitants du Centre de la France, Veysset *et al* 2009a), les coûts vétérinaires peuvent même être réduits de moitié par rapport au conventionnel. Les traitements proposés par les vétérinaires pour les bovins sont essentiellement allopathiques (67% de recours à des produits chimiques de synthèse), puis homéopathiques (25%), la phytothérapie étant bien moins représentée (8%) (Hivin 2008). Le rôle du vétérinaire en élevage biologique est limité, parce qu'il utilise en majorité les traitements allopathiques de synthèse mais également parce que le coût de visites d'élevage est trop important pour certaines productions. Les problèmes sanitaires en élevage biologique ne peuvent en effet être réglés de la même façon qu'en élevage conventionnel pour des raisons de choix en termes de conception de l'élevage et de l'agriculture (assurer la naturalité des animaux dans leur contexte d'élevage, leur procurer une bonne santé et des conditions de bien-être ; IFOAM 2002). Les contraintes du REPAB-F plus fortes que celles proposées par l'Union européenne (Leroux *et al* 2009), peuvent être tenues chez les agneaux d'herbe (Benoit *et al* 2009b, Hoste *et al* 2009), les volailles (Guémené *et al* 2009) ou les porcs (Prunier et Lebret 2009), même si Berg

Tableau 2. Interactions entre naturalité, troubles comportementaux et santé des animaux (interprété de Waiblinger et al 2004).

Qualité de vie	Naturalité	Troubles du comportement	Santé	Exemples
Très bonne	Très peu de restrictions	Non	Pas de problèmes sanitaires, sauf éventuellement parasitisme interne	Bovins viande au pâturage
Bonne	Des restrictions légères	Non, pas de détresse chez l'animal	Pas de problèmes sanitaires sauf éventuellement parasitisme interne (strongyloïdose)	Bovins viande sur litière profonde, accès à l'extérieur en continu, accès partiel au pâturage, fourrage grossier suffisant
Mauvaise	Des restrictions fortes	Oui, quelques comportements anormaux (roulage de langue, par exemple)	Quelques problèmes sanitaires et éventuellement métaboliques	Bovins viande sur litière profonde, peu d'espace, pas assez de fourrage grossier
Très mauvaise	Des restrictions très fortes	Troubles comportementaux (roulage de langue, difficulté à se coucher ou se déplacer) amenant à des lésions (peau, articulations)	Des problèmes sanitaires et métaboliques	Bovins viandes sur caillebotis, peu d'espace, pas assez de fourrage grossier

(2002) note que, pour les volailles, il y a un besoin important de formation sur la prévention des maladies et leur traitement.

Les solutions aux problèmes sanitaires sont très différentes selon les espèces animales. Certaines vont à l'encontre des principes et recommandations exprimés dans le cahier des charges européen, tel le recours minimal aux traitements préventifs des pathologies. Ainsi, les vaccinations, en production de poulet de chair et en élevage de poudeuses, sont très utilisées contre les maladies virales et parasitaires (coccidies) (Guémené *et al* 2009). Des vaccinations sont pratiquées dès le couvoir en élevage de volailles AB, et l'aviculteur AB qui assurera l'élevage ne participe pas à la décision (logique d'intégration). En revanche, chez les ovins, le recours aux vaccinations est mineur et décidé au cas par cas, alors que l'utilisation de molécules de synthèse anthelminthiques est fréquente. L'emploi des anthelminthiques est fondé sur une connaissance des périodes à risques ou sur l'apparition de symptômes liés à l'infestation par les strongles, mais dans tous les cas, l'ensemble du troupeau est traité et la notion de solution individuelle n'est pas prise en compte. Ainsi, certains animaux recevront des traitements sans que la nécessité s'en fasse sentir. Cet exemple montre que le traitement préventif ou de sécurité par des anthelminthiques de synthèse est encore utilisé, là encore, en opposition avec le principe en AB d'interventions uniquement curatives (Cabaret *et al* 2009).

2.4 / Enjeux de l'AB en matière de bien-être et de santé animale

Quatre points importants sont à noter :

a) l'éleveur est parfois le seul gestionnaire de la santé (Cabaret et Nicourt 2009). Ceci peut être source de conflits en termes de santé animale (quel niveau de mortalité et de morbidité lié à la pathologie est acceptable pour l'éleveur ?), voire causer des problèmes de santé publique (maladies zoonotiques) ;

b) le rôle du vétérinaire est très souvent limité (Cabaret et Nicourt 2009). Il peut cependant, en dehors de toute spécialisation en médecines alternatives, apporter une garantie pour les questions de santé animale et publique ;

c) la vaccination et l'usage de traitements préventifs ne sont pas dans l'esprit de la gestion sanitaire en AB. Ils peuvent être un moyen de compenser des erreurs techniques ou simplement un moyen de réduire le risque contre certaines pathologies, et donc de favoriser une attitude médicale préventive ;

d) l'évaluation de la valeur des traitements alternatifs reste un chantier de grande importance.

Selon nous, les réponses aux enjeux concernant la santé passent par une relation sans *a priori* entre les différents acteurs. Il s'agit en particulier des relations entre éleveurs, ainsi que l'illustrent les «écoles d'étable» danoises qui permettent de considérer la pathologie collectivement entre éleveurs, puis ensuite entre éleveurs et vétérinaires. Des motifs d'incompréhension peuvent provenir de l'absence

de concertation sur l'acceptabilité des mesures techniques par l'éleveur (Cabaret *et al* 2009), mais aussi d'un manque d'intérêt du vétérinaire ou du chercheur pour l'élevage AB (Wheeler 2008). Une étude réalisée dans des élevages bovins biologiques en France montre que le fait que le vétérinaire s'intéresse à la phytothérapie n'influe pas sur la fréquence d'appels de l'éleveur vers son vétérinaire, mais influe sur la demande de conseils, ce qui est l'expression d'une confiance (Hivin 2008).

Les réponses aux enjeux de santé animale passent aussi par une meilleure validation des thérapeutiques alternatives (Hoste *et al* 2009). Le fait que 75% des éleveurs soient satisfaits des résultats de la phytothérapie en élevage bovin (Hivin 2008) ne constitue pas une preuve d'efficacité, comme le montre une étude sur les vers plats parasites d'ovins (Cabaret *et al* 2005). Seules des études de cas-témoins ou de comparaisons animaux traités/animaux non traités peuvent valider des thérapeutiques. La question est encore plus complexe pour l'homéopathie, puisque les critères d'évaluation classiques ne sont plus valides et qu'il faut alors construire des méthodes particulières (Tabel *et al* 2009). Cette question de l'efficacité de produits à mode d'action difficile ou impossible à vérifier (par exemple, stimulation des défenses immunitaires) est un problème, y compris pour les décideurs politiques ; un droit des thérapeutiques alternatives est à construire, mais il doit pouvoir reposer sur des études objectives d'efficacité.

Enfin, les réponses à apporter concernent également la proposition d'outils pour le diagnostic des pathologies. Les études sur le parasitisme chez les ovins ont montré l'intérêt des moyens de diagnostic pour construire une gestion sanitaire. De nombreux outils ont été proposés (comptage d'œufs de parasites, repérage de l'anémie ou des diarrhées, mesure des gains de poids...). Ils visent la sélection des animaux ou des catégories d'animaux susceptibles de bénéficier de traitements. Ces traitements sélectifs ciblés (Van Wyk et Bath 2002) ont été évalués par différentes équipes de recherche dans le cadre d'un projet européen («Parasob», 2006-2009). Il en ressort que le maniement des indices d'alerte (anémie, diarrhée ou faible gain de poids) chez les ovins ou les bovins est complexe (Cabaret 2009) ; il constitue néanmoins une piste réelle pour une maîtrise raisonnée du parasitisme. La recherche d'autres indicateurs (les plus simples possibles) pour les autres pathologies est une nécessité pour la conduite sanitaire en AB.

3 / Elevage biologique et qualité des produits

La question de la qualité des produits issus d'élevage biologique recouvre différentes dimensions, nutritionnelles, sensorielles et sanitaires, en particulier. Les études scientifiques sont encore peu nombreuses, mais des travaux importants ont été réalisés depuis la précédente synthèse de Kouba (2002) et le rapport de l'AFSSA (2003).

3.1 / Difficultés d'interprétation de comparaisons entre AB et conventionnel

Les éleveurs biologiques respectent un cahier des charges portant sur le bien-être animal (densité animale, type de logement, accès à un parcours extérieur), l'alimentation (promotion du pâturage, origine AB des matières premières des aliments, interdiction des additifs), les soins aux animaux, et ils utilisent souvent des races animales rustiques. Si la plupart de ces facteurs ont un effet sur la qualité des produits, ils ne sont pas spécifiques de l'AB. Ensuite, comme en agriculture conventionnelle, les systèmes d'élevage AB sont très divers, ce qui limite la robustesse et la généralité d'une seule comparaison. Enfin, la plupart des études exacerbent les différences en comparant un système d'élevage biologique à un système d'élevage très intensif.

Deux études sur la viande ovine permettent d'éclairer la complexité de ces comparaisons. La première, très globale, utilisait l'achat dans le commerce de côtelettes issues soit d'élevages AB, soit d'élevages conventionnels ; elle a conclu que les côtelettes AB présentaient une qualité supérieure, à la fois en termes sensoriels et nutritionnels (Angood *et al* 2008). Ce dispositif présente cependant de forts risques de biais et confusions d'effets, tels que l'alimentation de l'animal, son sexe, son état d'engraissement, son âge à l'abattage, sa race, tous facteurs qui influencent les qualités sensorielles et nutritionnelles de la viande d'agneau (Rousset-Akrim *et al* 1997, Priolo *et al* 2002, Aurousseau *et al* 2004). Une étude ultérieure, qui s'est dégagée de ces confusions d'effets, a abouti à des conclusions différentes et modulées selon l'alimentation de l'agneau (Prache *et al* 2009). Elle a comparé les qualités de la viande d'agneaux d'herbe et d'agneaux de bergerie, produits soit en élevage biologique, soit en élevage conventionnel. Pour les agneaux de bergerie, la qualité nutritionnelle de la viande était légèrement supérieure en AB, sans différences de qualités sensorielles entre AB et conventionnel. Pour les agneaux d'herbe, la qualité nutritionnelle de la viande était similaire pour AB et conventionnel, mais les côtelettes AB ont été moins appréciées par le jury. Les différences de résultats entre ces deux études montrent qu'il est nécessaire de maîtriser un minimum de facteurs afin d'éviter des confusions d'effets et des conclusions peu robustes. La seconde étude montre également que les résultats de la comparaison entre AB et conventionnel peuvent

être modulés par les modalités d'alimentation de l'animal et que les conclusions peuvent varier selon les critères de qualité du produit.

3.2 / Qualités nutritionnelles

Il est recommandé pour l'Homme de réduire l'ingestion des Acides Gras Saturés (AGS) et d'accroître l'ingestion des Acides Gras Polyinsaturés (AGPI) oméga-3 (Moloney *et al* 2008). La viande, le poisson et les œufs sont des sources importantes d'AGPI oméga-3, et les produits de ruminants sont des sources alimentaires de CLA (*Conjugated Linolenic Acid*), deux types d'acides gras qui ont des effets positifs d'un point de vue nutritionnel (Moloney *et al* 2008).

Plusieurs études montrent que la viande de poulet et de porc AB présente des teneurs plus élevées en AGPI (en particulier oméga-3) que la viande issue d'élevage conventionnel (Kim *et al* 2009, Lairon 2009). Les auteurs expliquent ce résultat par des différences de composition de l'alimentation. Pla (2008) observe des résultats similaires et aboutissent aux mêmes conclusions sur la viande de lapin. Chez les ruminants, plusieurs études ont montré que le lait et la viande AB étaient plus riches en C18:3n-3 que ceux issus de l'élevage conventionnel (Chilliard *et al* 2007, Angood *et al* 2008), une augmentation du CLA pouvant être observée mais pas de manière systématique (Chilliard *et al* 2007, Prache *et al* 2009). L'élevage AB, en imposant un accès des ruminants au pâturage lorsque les conditions le permettent, et un accès à un parcours extérieur pour

Elevage cunicole biologique en cages mobiles sur prairie.



INRA - F. Lebas

les autres espèces, promeut des conditions d'élevage favorables à la valeur santé pour l'Homme des acides gras déposés dans les produits (plus fortes concentrations en AGPI oméga-3 et en CLA dans les lipides du lait et de la viande, et aussi parfois réduction des proportions d'AGS avec des rations à base d'herbe par rapport à des rations à base de concentrés (Aurousseau *et al* 2004, Moloney *et al* 2008)). Néanmoins, l'élevage biologique des ruminants n'est pas synonyme d'une alimentation à l'herbe puisque le cahier des charges autorise l'élevage en bâtiments hors saison de pâturage, et que l'alimentation des animaux au pâturage (ou l'accès à un parcours extérieur) n'est pas une exclusivité de l'élevage AB. C'est donc surtout l'effet positif d'une alimentation à l'herbe qui est mis en évidence ici. Cependant, il est important de rappeler que le cahier des charges AB prend des engagements à cet égard, et que ceux-ci vont être renforcés pour certaines espèces animales (interdiction de la finition en bergerie pour les petits ruminants à partir de janvier 2011, hors période hivernale). De plus, les prairies AB sont souvent plus riches en légumineuses, ce qui est favorable à la teneur du lait et de la viande en AGPI oméga-3, du fait de teneurs plus élevées dans les plantes et d'une amélioration de l'efficacité de leur transfert dans les produits (Chilliard *et al* 2007, Louraço *et al* 2007, Moloney *et al* 2008). Cependant, à nouveau, même si leur occurrence est plus forte en AB, la présence de légumineuses dans les fourrages n'est pas non plus une exclusivité de l'AB.

3.3 / Qualités bouchères

L'AB, en imposant un accès à un parcours extérieur et en limitant la densité animale augmente les possibilités d'activités motrices chez certaines espèces classiquement élevées en bâtiments confinés. Ainsi, des lapins AB se distinguent des lapins standard par un développement plus important des arrières et une adiposité plus faible (Combes *et al* 2003a, Pla 2008).

3.4 / Qualités sensorielles

L'activité physique plus importante pourrait modifier la couleur de la viande. Ainsi, dans l'étude de Kim *et al* (2009), le muscle des porcs AB était plus rouge que celui des porcs conventionnels avec des niveaux plus élevés de myoglobine ; les autres critères de qualité sensorielle étaient similaires. Chez les lapins, les résultats varient

entre études. Dans celle de Combes *et al* (2003b), le jury a bien identifié la viande AB, qu'il a perçue comme plus tendre, sans différences pour les autres critères (flaveur, fibrosité, jutosité, gras, collant). En revanche, dans l'étude de Pla (2008), la viande AB a été jugée moins favorablement que la viande conventionnelle pour tous les critères évalués.

Chez les herbivores, le pâturage, mis en avant en AB, influence fortement les qualités sensorielles des produits. Dans le cas de la viande, l'alimentation à l'herbe conduit à une flaveur/odeur plus intense et une couleur plus sombre de la viande que l'alimentation à l'auge (Priolo *et al* 2001). L'effet, jugé plutôt indésirable sur la flaveur, est lié à la teneur plus élevée des tissus en AGPI, et en particulier en omega-3, et à des composés odorants tels que le scatole. Chez les ovins, cet effet est d'autant plus important que la prairie est riche en légumineuses (Schreurs *et al* 2007). Ainsi, pour les agneaux d'herbe, Prache *et al* (2009) relèvent un risque accru de défauts de flaveur en AB, en lien avec une proportion plus élevée de trèfle blanc dans les prairies. Pour les ovins, les recherches s'orientent vers la mise au point de conduites d'élevage permettant de limiter l'occurrence de ce défaut tout en tirant avantage de la présence du trèfle blanc pour la nutrition des animaux et la fertilisation naturelle des prairies.

3.5 / Qualités sanitaires

L'AB, en interdisant l'usage de pesticides de synthèse, en limitant les traitements vétérinaires et en augmentant les délais d'attente avant abattage, limite fortement le risque de retrouver des résidus de substances chimiques dans les produits d'élevage. De plus, les animaux doivent consommer des aliments issus de l'AB, et des études récentes montrent que l'on ne détecte que rarement des résidus de produits phytosanitaires dans les végétaux AB. Le niveau de contamination chimique des végétaux AB par des pesticides autorisés en agriculture conventionnelle a ainsi été chiffré à 2-6% vs environ 40% en conventionnel (Lairon 2009). Concernant les mycotoxines, les données disponibles sur les végétaux ne permettent pas de dégager de grandes différences entre AB et conventionnel et il n'existe pas de données comparatives en élevage.

Pour conclure, il n'y a donc pas de réponse univoque en termes de qualité des produits AB. En raison du grand

nombre de facteurs de variation impliqués, les enjeux consistent à prendre la mesure de la diversité des systèmes d'élevage, et à poser les hypothèses correspondantes à tester, pour pouvoir conclure de manière robuste. Enfin, les facteurs d'élevage impliqués dans la qualité des produits AB ne sont souvent pas une exclusivité de l'AB, ce qui permet d'élargir les conclusions à d'autres systèmes, tels que les systèmes d'élevage à faibles intrants ou sous d'autres signes de qualité (AOC, Label Rouge).

4 / Elevage biologique et environnement

Trois éléments majeurs relatifs aux principes de l'AB et à la réglementation influent sur la réduction des impacts environnementaux : *i*) l'interdiction de l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour les cultures (herbicides, insecticides, fongicides, azote chimique) ou pour l'élevage (hormones de synthèses et forte limitation pour les médicaments), *ii*) l'obligation d'un lien au sol minimum (production d'une partie de l'alimentation des troupeaux et surface d'épandage minimum sur l'exploitation), *iii*) le niveau de chargement maximum fixé à 2 UGB/ha et l'épandage des effluents limité à 170 kg d'azote/ha. Ces principes s'appuient et jouent sur plusieurs composantes environnementales : fertilité du sol et cycles biogéochimiques, biodiversité (naturelle et domestique), utilisation d'intrants et de ressources fossiles, émissions de polluants (gaz à effet de serre), etc.

Dans les régions où les cultures céréalières sont dominantes, les fermes AB ont l'intérêt de ne pas engendrer de pollution chimique (pesticides) de l'eau et de l'air ; la maîtrise de la fertilité des sols, de l'enherbement et des maladies sur cultures est assurée par le choix de rotations de longue durée dans lesquelles les cultures fourragères peuvent être valorisées par l'élevage de ruminants (sur l'exploitation elle-même ou dans d'autres fermes AB). En zone de montagne (prairies permanentes, pacages, parcours), les différences entre AB et conventionnel sont probablement plus faibles. Cependant, les élevages conventionnels de ces zones font appel à des matières premières (concentrés pour animaux) issues le plus souvent de zones de production conventionnelles intensives spécialisées en grandes cultures.

4.1 / Impacts de la polyculture-élevage sur la biodiversité et la fertilité des sols

L'augmentation de la biodiversité en AB peut être attribuée à deux éléments de conduite majeurs : *i*) l'absence de recours aux produits chimiques de synthèse, favorable à la diversité de l'entomofaune et de l'avifaune, et *ii*) la plus grande complexité des systèmes, qui conjuguent souvent plusieurs ateliers de production animale et plusieurs types de cultures, dans des rotations longues. L'aménagement du parcellaire et les modifications de conduite des surfaces dans des systèmes d'élevage spécialisés peuvent augmenter de façon significative le nombre d'espèces végétales. Par exemple, la conversion à l'AB de la ferme expérimentale de Redon (INRA Clermont-Ferrand/Theix) en production ovine a conduit à une forte augmentation du nombre d'espèces floristiques qui sont passées de 132 à près de 200 sur l'ensemble de la ferme, dont 17 espèces messicoles et 24 liées à la création de mares (Benoit *et al* 2005). La biodiversité floristique prairiale, elle, apparaît surtout liée aux modalités de gestion (Dumont *et al* 2007) ou à l'environnement paysager (Bengtsson *et al* 2005) plutôt qu'au mode de production (AB vs conventionnel) *stricto sensu* (Schrack *et al* 2009). Dans leur revue bibliographique, Hole *et al* (2005) signalent une relative focalisation des études sur les grandes cultures ou les systèmes mixtes, au détriment de l'élevage.

D'une façon générale, on peut considérer que les exploitations de type polyculture-élevage ont un impact environnemental très favorable sur la base de l'analyse de critères touchant à la qualité de l'eau, la fertilité du sol, la biodiversité et la gestion des ressources (Bourdais 1999). Cependant, à l'échelle de la parcelle, des pollutions ponctuelles (N et P) peuvent exister, en particulier au niveau des surfaces d'épandage en production de monogastriques, après des retournements de prairies (Benoit *et al* 2005) ou dans le cas de l'utilisation quasi permanente de prairies aux abords de bâtiments en systèmes laitiers. Concernant le phosphore et le potassium, un programme relatif à la fertilisation en AB («Fertiagribo») a mis en évidence : *i*) une baisse de la biodisponibilité du phosphore dans des systèmes AB sans élevage (Morel 2006), *ii*) des bilans en potassium équilibrés à l'échelle d'exploitations d'élevage bovin mais pouvant être déficitaires localement, en particulier sur



INRA : J. POURTAT

prairies éloignées (Hacala 2006). On retrouve ici la problématique des «transferts de fertilité», (déplacement d'éléments nécessaires à la croissance des végétaux) : ces transferts ont une importance particulière en élevage biologique (ou «organique», pour reprendre le terme utilisé par les anglosaxons, qui souligne l'importance accordée à l'humus), compte tenu du coût et de la disponibilité des éléments fertilisants externes éligibles, principalement l'azote (Bengtsson *et al* 2003).

4.2 / Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre

En termes de consommation d'énergie par unité de produit, les élevages AB présentent un avantage malgré un moindre niveau de productivité animale. Ainsi, en production laitière, la consommation d'énergie atteint en moyenne 137 EQF (équivalent litres de fuel) pour 1000 litres de lait produits en conventionnel et 115 EQF en AB, soit - 16% (Bochu *et al* 2008), en lien avec une moindre utilisation d'énergie liée aux aliments achetés (- 57%) et aux fertilisants (- 87% ; ce poste est très important du fait de l'utilisation des hydrocarbures pour la fabrication des engrais azotés). Par hectare, la consommation d'énergie est inférieure de 50% (Refsgaard *et al* 1998). En production allaitante, les références sont peu nombreuses mais montrent un léger avantage à l'AB, en production ovine en particulier (- 5% EQF/kg vif en AB ; Bochu *et al* 2008). Plus largement, malgré une moindre productivité animale, l'efficacité énergétique (rapport entre l'énergie produite et l'énergie non renouvelable utilisée) est supérieure en AB (0,47 vs 0,40, respectivement),

grâce à une moindre utilisation globale d'énergie (169 EQF/ha vs 307, soit - 45%, avec un chargement inférieur de 20%), liée à la quasi absence d'achat de fertilisant et à une plus forte autonomie alimentaire (Boisdon et Benoit 2006). Ainsi, les évaluations diffèrent selon l'unité choisie (produit animal ou surface), au moins en élevage de ruminants. Ce constat est cependant à nuancer selon les régions et les espèces animales. L'évaluation est moins favorable pour les monogastriques, par exemple lorsqu'on compare des poulets de chair de 42 j vs 82 j en AB. Cette durée quasiment doublée en AB implique une immobilisation de capitaux, un intervalle de 2 mois entre chaque bande, des coûts alimentaires importants, etc. Le bilan énergétique n'est donc pas aussi positif qu'en élevage de ruminants. Il en résulte une nécessité de clarifier les unités et échelles d'évaluation pour une dimension donnée (ici la consommation d'énergie), et de diversifier la gamme des critères d'évaluation au regard de l'ensemble des performances attendues.

Pour ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, plusieurs éléments interagissent :

i) la consommation d'intrants, dont la fertilisation (en particulier azotée) est inférieure en AB, ce qui réduit les émissions de gaz carbonique (CO₂) et surtout de protoxyde d'azote (N₂O),

ii) le méthane (CH₄), qui occupe une place déterminante dans le bilan des ruminants, représentant par exemple en moyenne en France, 118 kg par vache laitière et par an, soit près de 2600 kg d'équivalent CO₂ émis par vache et par an (Vermorel *et al* 2008),

iii) les niveaux de productivité animale, qui sont inférieurs en AB. Ceci se traduit en général par une diminution de l'efficacité alimentaire, les besoins d'entretien ayant une part relative plus importante, les quantités d'aliments sont donc supérieures pour une quantité de produits donnée. Par exemple, la limitation de la part du concentré pour l'engraissement des agneaux de bergerie rallonge la durée d'engraissement de 30 j, avec une quantité globale de concentré comparable et la distribution de quatre fois plus de fourrages grossiers (Tournadre *et al* 2006). Cet allongement de la durée d'engraissement et la plus forte consommation de fourrages entraînent une augmentation des émissions de GES (dont le CH₄) par kg de produit. En élevage de monogastriques, les observations sont analogues. Les écarts de durée d'engraissement mentionnés se traduisent aussi par un coût supérieur par kilo de viande produite, en termes d'amortissement des bâtiments (énergie et émission indirecte de CO₂) et de gestion des effluents (volume plus important par kilo de viande produite),

iv) en AB, le taux de réforme des vaches laitières est inférieur en moyenne à celui observé en conventionnel, en lien avec un niveau plus faible de production laitière. Le plus faible taux de renouvellement qui en résulte (nombre réduit de génisses non encore en production) minimise la part des émissions de CH₄ à l'échelle du troupeau, avec un niveau d'émission inférieur au litre de lait produit (Hörtenhuber *et al* 2008, *op. cit.*),

v) la prise en compte de la séquestration du carbone dans les prairies est un élément déterminant du bilan de GES, même s'il est extrêmement dépendant des conditions pédoclimatiques et des modalités de gestion des prairies. Sa prise en compte permettrait de compenser les émissions (Hacala et Le Gall 2006), surtout dans le cas des prairies permanentes. L'importance de la surface fourragère utilisée par animal peut être alors considérée comme un avantage pour l'élevage AB (chargement inférieur au conventionnel et part des fourrages élevée dans l'alimentation). Finalement, si l'on prend en compte la séquestration du carbone dans les sols, l'avantage est presque toujours en faveur des élevages en AB, en lien avec ses pratiques. Cependant, les résultats sont très hétérogènes, tant en élevage AB qu'en élevage conventionnel, selon les types de pratiques, en particulier la place des prairies dans les rotations (Aubert *et al* 2009).

Comme dans la section précédente, les conclusions ne sont pas univoques, compte tenu de la diversité des systèmes AB et des facteurs de variation considérés. Des compromis doivent être réalisés entre différents éléments (CH₄, N₂O...) et compartiments de l'environnement (sol, air...). Les méthodes d'évaluation multicritères (Kledal *et al* 2006) et analyses de cycle de vie (Basset-Mens et van der Werf 2004) semblent pertinentes de ce point de vue.

Ces éléments montrent que l'analyse des émissions de GES doit être réalisée à l'échelle de l'exploitation agricole, afin de prendre également en compte les émissions indirectes et les séquestrations. La reconstruction de systèmes diversifiés permettrait non seulement des gains substantiels d'efficacité énergétique, mais conduirait dans le même temps à diminuer certaines externalités négatives, tout en assurant une meilleure résilience de ces systèmes dans un contexte changeant (Veysset *et al* 2009b). La complexification des systèmes de production, si elle permet des gains environnementaux substantiels, nécessite cependant beaucoup plus d'anticipation des problèmes potentiels, d'observation, de technicité, et d'adaptation au contexte.

Enfin, la problématique de l'adaptation des systèmes AB au changement climatique reste peu étudiée (Aubert *et al* 2009). Les propositions de modifications de pratiques au niveau d'unités de production (Howden *et al* 2007) sont assez proches de celles relatives à la gestion de risques en agriculture : modifications dans l'usage des intrants (choix d'espèces et variétés adaptées aux contextes climatiques et résistantes aux maladies et ravageurs, gestion des apports d'eau et fertilisants) ; économie d'eau (systèmes d'irrigation appropriés ; limitation de l'érosion des sols...) ; choix de localisation et de positionnement temporel des activités agricoles. *A priori*, ces adaptations ne sont pas spécifiques de l'AB, mais la conversion à l'AB modifie généralement l'usage des terres et les systèmes techniques.

5 / Démarches de recherche et enseignements

Dans cet article, nous avons montré et illustré le fait que l'élevage AB repose sur des principes différents de ceux de l'élevage conventionnel, en particulier pour sa vision holistique de

l'élevage et l'attention portée aux animaux individuellement. De nombreux acteurs de l'AB estiment que l'activité de recherche doit être différente de celle qui est pratiquée pour l'élevage conventionnel. Ils se fondent en partie sur le fait que les activités de recherche sont également liées à des valeurs, des croyances et des généralisations symboliques qui correspondent à des théories intégrées. Ces théories peuvent être regroupées en trois catégories : hiérarchique (une cause a un effet ; ceci correspond à une logique déductive), individualiste (une cause a probablement un effet ; logique inductive) et enfin mutualiste (des causes imbriquées ; les logiques déductive et inductive sont associées). La théorie mutualiste est celle qui se rapproche le plus de l'esprit de l'AB avec la combinaison des deux logiques, une attitude contextuelle se référant à des situations concrètes, une multiplicité de causes imbriquées pour un effet (Cabaret *et al* 2003). Les pratiques et les principes en AB se rapprochent beaucoup de la théorie mutualiste et les recherches qui leur sont dédiées le sont également. Il y a donc une différence dans la démarche de recherche pour l'AB, qui repose systématiquement sur un double fondement logique (induction-empirisme-enquête et déduction-axiomatique-expérimentation) et est aussi orientée par la recherche de solutions. Le paragraphe qui suit décline de manière pratique ces fondements théoriques.

5.1 / Les recherches sur l'AB à l'INRA

L'INRA n'a pas considéré que les recherches en AB doivent être réservées à un corps constitué de «chercheurs AB» mais a tenu compte de cette diversité des fondements logiques et de l'aspect contextuel des recherches. Ainsi, les recherches de l'INRA en AB ont visé deux objectifs (Bellon *et al* 2000) : *i*) comprendre les systèmes en AB pour les améliorer et *ii*) produire des connaissances sur un prototype d'agriculture durable pour les transférer à d'autres types d'agricultures. Ces objectifs se sont traduits par deux grands types de projets, en élevage AB (tableau 3). Les premiers partent de la réalité empirique de l'AB pour contribuer à résoudre des difficultés techniques et/ou alimenter des questions de recherche génériques. Les seconds contribuent aux enjeux de durabilité et d'une meilleure maîtrise de résultats en AB, au-delà d'une seule obligation de moyens concernant la façon de produire.

Tableau 3. Quelques thèmes de recherche abordés dans le cadre de projets INRA-ACTA (Association de Coordination Technique Agricole).

Production de connaissances pour le développement de l'élevage AB	Evaluation et amélioration des performances des élevages biologiques
Gestion de la qualité dans la filière laitière biologique (Roque <i>et al</i> 2003)	Efficacité et durabilité économique d'exploitations bovines spécialisées (lait et viande) en Bretagne (Pérès <i>et al</i> 2005)
Comparaison de systèmes ovins allaitants AB (Benoit <i>et al</i> 2009a) Finition d'agneaux de bergerie (Tournadre <i>et al</i> 2006)	Impact des conduites sur les ressources en eaux souterraines : cas des pertes nitriques en situations de polyculture-élevage biologiques (Benoit <i>et al</i> 2005)
Elaboration d'outils pour la maîtrise durable du parasitisme des petits ruminants (Cabaret <i>et al</i> 2009)	Evaluation des qualités de la viande ovine produite en agriculture biologique (Prache <i>et al</i> 2009)

5.2 / Les dispositifs de recherche et d'expérimentation

Le colloque «DinABio»³ a permis de prendre la mesure de l'évolution de cet investissement de la recherche. Les mondes de l'AB et de la recherche se connaissent et se comprennent désormais mieux, les recherches participatives et en partenariat se sont développées. Cette démarche permet la co-élaboration des questions de recherche, le partage et la co-production des connaissances, ce qui *a priori* en facilite la diffusion (des freins économiques pouvant par ailleurs s'y opposer). Les approches systémiques et pluridisciplinaires, plus fréquentes en AB, sont également mieux accueillies par les revues scientifiques (Meynard 2009). Cependant, la recherche et la publication associant plusieurs disciplines ne sont pas toujours faciles, même si elles permettent certainement de mieux étudier les verrous techniques et d'améliorer la conception ou l'évaluation de systèmes d'élevage. Sur le plan méthodologique, les limites des comparaisons entre élevages AB et conventionnels ont été évoquées, ainsi que la pertinence des comparaisons entre systèmes AB. Malgré la difficulté d'agir en interdisciplinarité et en coopération avec des partenaires professionnels, des projets montrent la fécondité d'une telle approche (encadré 3). Si la démarche systémique, pluridisciplinaire et en partenariat est fréquente en AB, il y a aussi des besoins de recherches analytiques sur certains processus, pour comprendre les mécanismes impliqués et lever certains verrous techniques. C'est le cas par exemple des recherches sur la maîtrise durable du parasitisme, illustrées par l'article de Hoste *et al* (2009) ou sur les alternatives aux traitements hormonaux en élevage biologique (Rubio-Pellicer *et al* 2009).

La diversité des modèles de développement possibles en AB est aujourd'hui admise, et sa reconnaissance a des implications fortes en termes de recherche ou de développement (Sylvander *et al* 2006). Par exemple, les systèmes d'élevage de ruminants AB couvrent une large gamme, des systèmes herbagers ou pastoraux aux systèmes où les cultures occupent une place importante (Coquil *et al* 2009). Cabaret et Nicourt (2009) montrent également la diversité des attitudes des éleveurs en matière de conception de la maîtrise sanitaire d'un troupeau.

Bien que non spécifique de l'AB, ceci donne lieu à des dispositifs expérimentaux inédits, dans lesquels des comparaisons entre systèmes AB sont privilégiées, sans recours à un témoin «conventionnel». Les résultats permettent de préciser les conditions d'une meilleure autonomie alimentaire et l'échelle à laquelle elle peut être gérée (exploitation ou ensemble d'exploitations dans un même bassin), ainsi que la capacité interne à l'exploitation d'élevage de renouveler à moindre coût des ressources fourragères (principalement par le pâturage,

Encadré 3. Un dispositif inscrit dans la durée, associant des unités expérimentales et des suivis d'élevages, des approches «systémiques» et plus «analytiques» : la plate-forme de Recherches en AB du Centre INRA de Clermont-Ferrand/Theix.

La plate-forme de Recherches en Agriculture Biologique du Centre INRA de Clermont-Ferrand/Theix a été constituée en 1999, avec une fin de conversion en 2002. Elle associe différents départements de recherches de l'INRA, l'École Nationale des Ingénieurs des Travaux Agricoles de Clermont-Ferrand, l'Institut de l'Élevage et l'Établissement Départemental de l'Élevage du Puy-de-Dôme. Plus largement, elle s'inscrit dans le cadre des travaux menés par le Pôle Scientifique AB Massif Central, associant recherche, formation et développement. Elle est dédiée aux recherches en élevage ovin allaitant en AB.

Cette plate-forme est structurée autour de 3 piliers :

- i) Le site de Redon de l'Installation Expérimentale de l'Unité de Recherches sur les Herbivores. Deux systèmes ovins allaitants AB sont comparés, basés chacun sur un troupeau de 115 brebis et 28ha. Ces études ont permis, à la demande des professionnels, de tester un système de reproduction accéléré, peu pratiqué sur le terrain car risqué. Ce système a été évalué par un collectif de chercheurs à partir de ses performances technico-économiques, de la maîtrise de la santé animale et de la qualité des produits (Benoit *et al* 2009b). Ces études de systèmes en vraie grandeur sont couplées à des simulations par modélisation qui permettent d'aider à les construire à partir de différents scénarii, ainsi que de simuler l'effet d'aléas (climatiques, de prix des produits ou des intrants) sur leur résistance et la stabilité de leurs performances.
- ii) Le site d'Orcival de l'Unité Expérimentale des Monts d'Auvergne, où sont conduites des études analytiques sur la qualité de la viande ovine (Prache *et al* 2009) et la maîtrise durable du parasitisme (Hoste *et al* 2009) en AB. Ces recherches sont intégrées dans le programme européen «*LowInputBreeds*».
- iii) Le suivi technico-économiques d'exploitations ovines (Benoit et Laignel 2009).

Cette plate-forme associe donc suivis en fermes, expérimentations de type système couplées à des simulations par modélisation et études plus analytiques sur des verrous identifiés.

³ http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/volume_4_janvier_2009.

avec un moindre recours à des interventions mécaniques).

Un enjeu est de se doter d'infrastructures et d'une capacité à investir à moyen terme sur des thématiques pouvant intéresser l'ensemble de l'élevage, et permettant aussi une intégration dans des programmes de recherche européens (encadré 3). Il s'agit soit de programmes dédiés à l'AB (Era Net «*Core Organic*», visant à coordonner la recherche en AB et à promouvoir des thématiques d'intérêt partagé entre pays, tels que le projet «*Core Pig*» (Prunier et Lebret 2009)) ou des programmes incorporant un volet AB comme le programme «*Parasol*» (qui vise à trouver des solutions alternatives pour le parasitisme ovin et bovin) ; ou le programme «*LowInputBreeds*» (qui vise à intégrer sélection et conduites d'élevage pour améliorer la santé animale, la qualité des produits et les performances technico-économiques des systèmes biologiques et à faibles intrants).

Conclusions et perspectives

L'importance de la réglementation comme cadre d'exercice de l'AB a été soulignée. Au-delà de sa lecture en termes de contraintes ou de verrous techniques, la réglementation ouvre aussi sur des voies d'évolution de l'élevage AB. En particulier, un élevage biologique lié au sol (c'est-à-dire s'appuyant sur des surfaces agricoles pour l'alimentation animale et recyclant des déjections sur ces surfaces) demeure un des leviers pour atteindre les objectifs de développement envisagés au niveau français (Barnier 2007). Mais l'AB ne peut être assimilée à ses seuls produits alimentaires, et les consommateurs ne sont pas les seuls moteurs du développement de l'AB. Ils doivent aussi mieux comprendre les valeurs attachées aux produits et modifier certaines habitudes qui ne sont pas durables. Une consommation excessive de viande - AB comprise - a aussi des conséquences environnementales, ce qui plaide pour des régimes alimentaires rééquilibrés au profit de végétaux

(Aubert et Le Berre 2007). L'absence d'OGM dans l'alimentation des animaux constitue une garantie supplémentaire de qualité pour le consommateur, qui répond par un choix personnel au souci d'intégrité (et non pas d'intégration) du secteur de l'AB.

La prise en compte de la diversité des systèmes d'élevage et des enjeux spécifiques de l'AB (éthique, naturalité, soins) est centrale dans la construction de référentiels adaptés (Stassart et Jamar 2009). Ils devront refléter les différents systèmes de valeurs et de connaissances attachés à un modèle de production particulier en AB. Leur agencement peut être guidé par une clarification des propriétés à acquérir. Par exemple, une plus grande autonomie alimentaire va de pair avec : *i*) caractériser des génotypes adaptés à l'élevage AB (croissance plus lente ; résistance accrue aux pathogènes ; combinaison des qualités maternelles, de rusticité, de productivité et de qualité des produits..) ; *ii*) assurer autant que faire se peut la reproduction des ressources avec le pâturage lui-même (donc minimiser les interventions mécaniques et se doter de souplesses d'utilisation, tout en réduisant les risques parasitaires) ; *iii*) intégrer des légumineuses dans des systèmes de production pour valoriser la fixation symbiotique d'azote ; *iv*) maximiser la captation d'énergie incidente (photosynthèse) avec des couverts diversifiés et permanents, y compris avec des végétations pluristratifiées (en réaffirmant le rôle des ligneux) ; *v*) relier davantage les divers incidents de pathologie. Sur ce dernier point, l'enjeu est de construire une connaissance de l'ensemble des maladies et de leurs interactions, c'est-à-dire les pathocénoses telles que définies par Grmek (1989). Ce concept n'est pas exploité en AB alors qu'il correspond à la conception holistique de la santé préconisée en AB. Les périodes à forte mortalité (comme les premiers dix jours de vie) seraient un champ d'étude fructueux pour l'étude de ces pathocénoses.

A l'heure actuelle, des recherches se développent également pour élargir la

gamme des performances des élevages biologiques, au-delà de la seule production animale, en intégrant les performances environnementales (services écosystémiques à objectiver), la qualité des produits et la santé publique, les résultats économiques (Benoit *et al* 2009b, Veysset *et al* 2009a), ainsi que les dimensions relatives à la naturalité, au bien-être et à la santé des animaux. Mais, au-delà des performances actuellement évaluées ou à améliorer, quelle place et quels outils pour les critères éthiques et sociaux qui sont souvent avancés en AB ? Des fermes plus autonomes et moins productives peuvent conduire à une diminution apparente des flux économiques (intrants et produits). Des unités de plus faible dimension permettent aussi d'investir davantage de travail (de nature différente) et de réinvestir une plus value localement, y compris pour repenser les complémentarités éventuelles entre exploitations agricoles (transferts de fertilité). Les niveaux d'organisation pertinents pour développer l'AB française dépassent la seule échelle des exploitations, mais ils restent à définir (entités hybrides articulant des bassins de production à des bassins versants, là où les enjeux d'efficacité économique et de protection des ressources sont présents ; gestion collective d'espaces de transhumance ; identification territoriale..). Les systèmes d'élevage biologiques peuvent ainsi constituer un modèle et une source d'inspiration pour d'autres formes d'agriculture et d'élevage, telles que les systèmes d'élevage à faibles intrants ou à haute valeur environnementale (Niggli 2009).

Remerciements

Remerciements à Sylvie Combes, Elisabeth Baeza et Yves Chilliard pour leurs avis et la bibliographie sur l'élevage cunicole, avicole et laitier biologiques. Un grand merci à Isabelle Savini, participante au CIAB depuis sa création, pour son travail de relecture.

Références

- AFSAA, 2003. Evaluation nutritionnelle et sanitaire des produits issus de l'Agriculture Biologique. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSAA), 164p.
- Agence Bio, 2007. Chiffres 2007 de l'Agriculture Biologique Française. Agence Bio, 168p.
- Agreste, 2007. <http://agreste.maapar.lbn.fr/ReportFolders/ReportFolders.aspx>
- Aubert C., Le Berre N., 2007. Faut-il être végétarien ? Pour la santé et la planète. Terre Vivante (Ed), 152p.
- Aubert C., Bellon S., Benoit M., Capitaine M., Seguin B., Warlop F., Vallex S., 2009. Agriculture biologique et changement climatique : principales conclusions du colloque de Clermont-Ferrand, France (2008). *Innovations Agronomiques*, 4, 269-279.
- Angood K.M., Wood J.D., Nute G.R., Whittington F.M., Hughes S.I., Sheard P.R., 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.
- Aurousseau B., Bauchart D., Calichon E., Micol D., Priolo A., 2004. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the *M. longissimus thoracis* of lambs. *Meat Sci.*, 66, 531-541.
- Barnier M., 2007. Agriculture Biologique horizon 2012. Grand Conseil d'Orientation de l'Agence Bio. 12 septembre 2007. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 14p.
- Basset-Mens C., van der Werf H., 2004. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agric. Ecosyst. Env.*, 105, 127-144.
- Bellon S., Gautronneau Y., Riba G., Savini I., Sylvander B., 2000. L'agriculture biologique et l'INRA : vers un programme de recherche. *INRA Mensuel*, 104, 25p.
- Bengtsson H., Öborn I., Jonsson S., Nilsson I., Andersson A., 2003. Field balances of some mineral nutrients and trace elements in organic and conventional dairy farming-a case study at Öjebyn, Sweden. *Eur. J. Agron.*, 20, 101-116.
- Bengtsson J., Ahnström J., Weibull A.C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.*, 42, 261-269.
- Benoit M., Laignel G., 2002. Constraints under organic farming on French sheepmeat production: a legal and economic point of view with an emphasis on farming systems and veterinary aspects. *Vet. Res.*, 33, 613-624.
- Benoit M., Laignel G., 2009. Performances techniques et économiques en élevage biologique d'ovins viande : observations en réseaux d'élevage et fermes expérimentales. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 197-206.
- Benoit M., Larramendy S., Foissy D., Rouyer G., Caudy L., Bazard C., Bernard P.Y., 2005. Agriculture biologique et qualité des eaux : depuis des observations et enquêtes à des tentatives de modélisation en situation de polyculture-élevage. In : Séminaire sur les recherches en AB Inra-Acta. Sylvander B. (Ed.), 20-21 nov. 2003, Draveil, France, 2, 293-312.
- Benoit M., Tournadre H., Dulphy J.P., Cabaret J., Prache S., 2005. Conversion of a lamb production system to organic farming: how to manage, for which results? 15th IFOAM Organic World Congress: Researching Sustainable Systems, Adelaïde, Australie, 21-23 Sept. 584-587.
- Benoit M., Sirben E., Tournadre H., 2009a. Using modeling to assist in the conception of experiments aiming at assessing the sensitivity of sheep farming systems to hazards. Congrès EAAP, Barcelone, Août 2009, sous presse.
- Benoit M., Tournadre H., Dulphy J.P., Laignel G., Prache S., Cabaret J., 2009b. Comparaison de deux systèmes d'élevage biologique d'ovins allaitants différant par le rythme de reproduction : une approche expérimentale pluridisciplinaire. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 207-220.
- Bennedsgaard T.W., Thamsborg S.M., Vaarst M., Enevoldsen C., 2003. Eleven years with organic dairy production in Denmark - herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livest. Prod. Sci.*, 80, 121-131.
- Berg C., 2002. Health and welfare in organic poultry production. *Acta Vet. Scand.*, 43 (Suppl 1), S37-S45.
- Bochu J.L., Risoud B., Mousset J., 2008. Consommation d'énergie et émissions de GES des exploitations en agriculture biologique : synthèse des résultats PLANETE 2006. Colloque international Agriculture Biologique et changement climatique, ENITA Clermont-Ferrand, 17-18 avril 2008. http://www.prodinra.inra.fr/prodinra/pinra/data/2008/06/PROD2008b4e9a848_20080612032309849.pdf
- Bocquier F., 2009. Défis techniques de la production à la transformation : éléments de débat. *Innovations Agronomiques*, 4, 1-7.
- Boisdon I., Benoit M., 2006. Compared energy efficiency of dairy cow and meat sheep farms in organic and in conventional farming. *Organic Farming and European Rural Development*, 30/31 May, Odense, Denmark, 442-443.
- Bourdais J.L., 1999. Utilisation d'indicateurs pour évaluer l'impact sur l'environnement de l'agriculture. Application à l'agriculture biologique d'Aquitaine. *Ingénieries EAT*, 20, 3-15.
- Cabaret J., 2009. Pros and cons of targeted selective treatment against digestive-tract strongyles of Ruminants. *Parasite*, 15, 506-509.
- Cabaret J., Nicourt C., 2009. Les problèmes sanitaires en élevage biologique : réalités, conceptions et pratiques. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 235-244.
- Cabaret J., Bellon S., Gautronneau Y., 2003. Quelle recherche pour l'agriculture biologique. *Revue Pour, Sciences et agriculture, accords et désaccords*, 178, 116-126.
- Cabaret J., Gonnord V., Cortet J., Ballet J., Tournadre H., 2005. *Moniezia* chez l'agneau d'herbe : épidémiologie et tentative de contrôle par un traitement alternatif. *Alter Agri*, 724-727.
- Cabaret J., Benoit M., Laignel G., Nicourt C., 2009. Situation and management of internal parasites for conventional and organic meat sheep farmers in central France: how does it fit for targeted selective treatments? *Vet. Parasitol.*, sous presse.
- Cadiou O., Lefebvre A., Le Pape Y., Mathieu-Gaudrot F., Oriol S., 1975. L'agriculture biologique en France : écologie ou mythologie, Presses Universitaires, Grenoble France, 179p.
- Chilliard Y., Glasser F., Ferlay A., Bernard L., Rouel J., Doreau M., 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109, 828-855.
- Collectif, 1974. Encyclopédie permanente d'agriculture biologique. Tome II, section 5, Les modèles. Debard (Ed), Paris, France, II, section 5, 80p.
- Combes S., Lebas F., Lebreton L., Martin T., Jehl N., Cauquil L., Darce B., Corboeuf M. A., 2003a. Comparaison lapin bio lapin standard : caractéristiques des carcasses et composition chimique de 6 muscles de la cuisse. 10^{èmes} Journ. Rech. Cunicole Fr., 19-20 novembre, Paris, France, 133-136.
- Combes S., Lebas F., Juin H., Lebreton L., Martin T., Jehl N., Cauquil L., Darce B., Corboeuf M.A., 2003b. Comparaison lapin bio lapin standard : Analyse sensorielle, tendreté mécanique de la viande. 10^{èmes} Journ. Rech. Cunicole Fr., 19-20 novembre, Paris, France, 137-141.
- Coquil X., Blouet A., Fiorelli J.L., Bazard C., Trommschlagel J.M., 2009. Conception de systèmes laitiers en Agriculture Biologique : une entrée agronomique. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 221-234.
- Darnhofer I., Lindenthal T., Bartel-Kratochvil R., Zollitsch W., 2009. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, sous presse.
- Dedieu B., Faverdin P., Dourmad J.Y., Gibon A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 21, 45-58.
- Dumont B., Farruggia A., Garel J.P., 2007. Pâturage et biodiversité des prairies permanentes. *Renc. Rech. Rum.*, 17-24.
- Flaten O., Lien G., 2006. Organic dairy farming in Norway in relation to the conventionalisation debate. *Eur. Joint Organic Congress Organic Farming Eur. Rural Development*, Odense, Danemark, 160-161.
- Gall E., Millot G., Neubauer C., 2009. Faiblesse de l'effort français pour la recherche dans le domaine de l'Agriculture Biologique : approche scientométrique. *Innovations Agronomiques*, 4, 363-375.
- Grmek M.D., 1989. Histoire du sida. Editions Payot et rivages, Paris, France, 492 p.
- Guémené D., Germain K., Aubert C., Bouvarel I., Cabaret J., Chapuis H., Corson M.L., Jondreville C., Juin H., Lessire M., Lubac S., Magdelaine P., Leroyer J., 2009. Les productions avicoles biologiques en France : état des lieux, verrous, atouts et perspectives. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 161-178.
- Guthman J., 2004. The trouble with organic lite in California. A rejoinder to the conventionalisation debate, *Sociologia Ruralis*, 44, 301-316.
- Guyomard H., 2009. Politiques publiques et agriculture biologique. *Innovations Agronomiques*, 4, 499-511.

- Hacala S., 2006. Fertilité des parcelles en élevage biologique : certaines parcelles ont besoin de potassium. *Alter Agri*, 79, 18-20.
- Hacala S., Le Gall A., 2006. Evaluation des émissions de Gaz à Effet de Serre en élevage bovin et perspectives d'atténuation. *Fourrages*, 186, 215-227.
- Hall A., Mogyorod V., 2001. Organic farmers in Ontario: an examination of the conventionalization argument. *Sociologia Ruralis*, 41, 399-422.
- Hewson C.J., 2003. Can we assess welfare? *Can. Vet. J.*, 44, 749-753.
- Hill S.B., 1985. Redesigning the food system for sustainability. *Alternatives*, 12, 32-36.
- Hivin B., 2008. Phytothérapie et aromathérapie en élevage biologique bovin : enquête auprès de 271 éleveurs de France. Thèse de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon, 74, 144p.
- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conserv.*, 122, 113-130.
- Holling C.S., Berkes F., Folke C., 1998. Science, sustainability and resource management. In: *Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience*. Berkes F., Folke C. (Eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 342-362.
- Höring B., 2006. Organic livestock husbandry and breeding. In: *Organic Agriculture. A global Perspective*. Kristiansen P., Taji A., Reganold J. (Eds), Comstock Publishing Associates, Cornell Univ. Press, 151-166.
- Hörtenhuber S., Amon B., Kromp-Kolb H., Zollitsch W., 2008. Greenhouse gas emissions from dairy farming. Model calculations for selected production systems in Austria. *Colloque international Agriculture Biologique et changement climatique, ENITA Clermont-Ferrand*, 17-18 avril 2008, 2p.
- Hoste H., Cabaret J., Grosmond G., Guitard J.P., 2009. Alternatives aux traitements anthelminthiques en élevage biologique. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 245-254.
- Howden S.M., Soussana J.F., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M., Meinke H., 2007. Adapting agriculture to climate change. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 104, 19691-19696.
- IFOAM, 2002. IFOAM Basic Standards. International federation of organic agriculture movements, Tholey-Theley, Allemagne. <http://www.ifoam.org/standard/>
- Kammerer M., Pinault L., 2001. Thérapeutique en élevage biologique. Principes et limites du cahier des charges. *Bull. GTV, Hors série Elevage et agriculture biologique*, 121-126.
- Kim D.H., Seong P.N., Cho S.H., Kim J.H., Lee J.M., Jo C., Lim D.G., 2009. Fatty acid composition and meat quality traits of organically reared Korean native black pigs. *Livest. Sci.*, 120, 96-102.
- Kledal P.R., Kjeldsen C., Refsgaard K., Söderbaum P., 2006. Ecological economics and organic farming. In: *Global Development of Organic Agriculture: Challenges and Prospects*. Halberg N., Alrøe H.F., Knudsen M.T., Kristensen E.S. (Eds). CABI Publishing, 113-133.
- Kouba M., 2002. Qualité des produits biologiques d'origine animale. *INRA Prod. Anim.*, 15, 161-169.
- Lairon D., 2009. La qualité des produits de l'agriculture biologique. *Innovations Agronomiques*, 4, 281-287.
- Lamine C., 2008. Les intermittents du bio. Pour une sociologie pragmatique des choix alimentaires émergents. *Coll. Natures Sociales, Maison des Sciences de l'Homme (Ed)*, 341p.
- Lamine C., Bellon S., 2009. Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 29, 97-112.
- Langer V., Frederiksen P., Jensen J.D., 2005. The development of farm size on Danish organic farms - a comment to the conventionalisation debate. *2nd Int. Scient. Conf. Organic Agriculture, Researching Sustainable Systems, Adelaide, Australia*, 321-324.
- Leroux J., Fouchet M., Haegelin A., 2009. Elevage bio : des cahiers des charges français à la réglementation européenne. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 161-178.
- Louranço M., Van Ranst G., De Smet S., Raes K., Fievez V., 2007. Effect of grazing pasture with different botanical composition by lambs on rumen fatty acid metabolism and fatty acid pattern of longissimus muscle and subcutaneous fat. *Animal*, 1, 537-545.
- Lund V., 2006. Animal welfare and ethics in organic agriculture. In: *Organic Agriculture. A global Perspective*. Kristiansen P., Taji A., Reganold J. (Eds), Comstock Publishing Associates, Cornell Univ. Press, 187-199.
- Meynard J.M., 2009. Conclusion : Quelles priorités pour la R&D en agriculture biologique ? *Innovations Agronomiques*, 4, 495-498.
- Moloney A.P., Fievez V., Martin B., Nute G.R., Richardson R.I., 2008. Botanically diverse forage-based rations for cattle: implications for product composition, product quality and consumer health. In: *Biodiversity and animal feed: future challenges for grassland production*. Hopkins A., Gustafsson T., Bertilsson J., Dalin G., Nilsson N., Spörndly E. (Eds), Proc. 22nd Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed., 9-12 June, Uppsala, Sweden, 13, 361-374.
- Morel C., 2006. Gare à la baisse de biodisponibilité du phosphore. *Alter Agri*, 79, 21-23.
- Nicholas P.K., Kemp, P. D., Barker, D.J., 2004. Organic dairy production - a review. *Biol. Agric. Hort.*, 22, 217-249.
- Niggl U., 2009. Projet d'une plate-forme technologique européenne sur l'agriculture biologique : une vision pour la recherche en agriculture biologique à l'horizon 2025. *Innovations Agronomiques*, 4, 473-482.
- Pèrès G., Cluzeau D., Gibouin A., Petit J., Van der Werf H., 2005. Pertinence d'une méthode de diagnostic agro-environnemental pour l'évaluation d'exploitations agrobiologiques bovines. In: *Séminaire sur les recherches en AB Inra-Acta*. Sylvander B. (Ed.), 20-21 nov. 2003, Draveil, France, 2, 253-266.
- Pla M., 2008. A comparison of the carcass traits and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. *Livest. Sci.*, 115, 1-12.
- Prache S., Ballet J., Jailler R., Météau 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. *Innovations Agronomiques*, 4, 289-296.
- Priolo A., Micol D., Agabriel J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.*, 50, 185-200.
- Priolo A., Micol D., Agabriel J., Prache S., Dransfield E., 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci.*, 62, 179-185.
- Prunier A., Lebreton B., 2009. La production biologique de porcs en France : caractéristiques des élevages, impacts sur la santé, le bien-être et la qualité des produits. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 179-188.
- Refsgaard K., Halberg N., Kristensen E., 1998. Energy utilization in crop and dairy production in organic and conventional livestock production systems. *Agric. Syst.*, 57, 599-630.
- Règlement CEE n° 1804/99 du Conseil du 19 juillet 1999 (J.O.C.E. L 222 du 24.08.99), ou REPAB-F. http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/ccrepabfconso_a1a2a3a4.pdf
- Règlement CE n° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 (JO L 189 du 20.7.2007) modifié.
- Roque O., Fauvet M., Neyrat S., Carimtrand A., 2003. Agriculture biologique et qualité des produits : différents modèles d'entreprises dans la filière laitière biologique. *Recherches pour et sur le développement régional. Actes du séminaire de Montpellier*, 17-18 décembre 2002. Les communications, Paris, France, 2, 251-267.
- Rousset-Akrim S., Young O.A., Berdagué J.L., 1997. Diet and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour. *Meat Sci.*, 45, 169-181.
- Rubio-Pellicer M.T., Ferchaud S., Freret S., Tournadre H., Fatet A., Boulot S., Pavie J., Leboeuf B., Bocquier F., 2009. Les méthodes de maîtrise de la reproduction disponibles chez les mammifères d'élevage et leur intérêt en Agriculture Biologique. N° spécial Elevage bio. *INRA Prod. Anim.*, 22, 255-270.
- Schermer M., 2006. Regional rural development: the formation of ecoregions in Austria. In: *Sociological Perspectives of organic agriculture: from pioneer to policy*. Holt G., Reed M. (Eds). CABI Publishing, 227-242.
- Schrack D., Coquil X., Ortar A., Benoît M., 2009. Rémanence des pesticides dans les eaux issues de parcelles agricoles récemment converties à l'Agriculture Biologique. *Innovations Agronomiques*, 4, 259-268.
- Schreurs N.M., Marotti D.M., Tavendale M.H., Lane G.A., Barry T.N., Lopez-Villalobos N., McNabb W.C., 2007. Concentration of indoles and other rumen metabolites in sheep after a meal of fresh white clover, perennial ryegrass or Lotus corniculatus and the appearance of indoles in the blood. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 1042-1051.
- Stassart P., Jamar D., 2005. Le naturel et la qualité - Équiper des filières durables ? L'élevage bio en Belgique. *Natures Sciences Sociétés*, 13, 413-420.
- Stassart P.M., Jamar D., 2009. Agriculture biologique et verrouillage des systèmes de connaissances. *Conventionalisation des filières agroalimentaire bio. Innovations Agronomiques*, 4, 313-328.
- Sylvander B., 2007. Quatre questions à Bertil Sylvander. *Agriculture Biologique : de la recherche à la pratique. Quelques résultats du premier programme Agribio. Inra Ciab*, 24p.
- Sylvander B., Benoît M., 2002. «L'élevage biologique» : de la réalité empirique à la

recherche scientifique. C.R. Acad. Agric. Fr., 88, 7-16.

Sylvander B., Kristensen N.H., 2004. Organic marketing initiatives in Europe. Organic marketing initiatives and rural development. OMIARD Eu project, 2, 140p.

Sylvander B., Bellon S., Benoit M., 2006. Facing the organic reality: the diversity of development models and their consequences on research policies. Proc. Eur. Joint Organic Congress. Organic farming and european rural development, 30-31 may, Odense, Denmark, 58-61.

Tabel J., Sauvé C., Cortet J., Tournadre H., Thomas Y., Cabaret J., 2009. Fonder l'évaluation de la thérapie sur l'individu ou sur le groupe ? Un exemple : homéopathie et strongles digestifs des ovins. Innovations Agronomiques, 4, 61-65. http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/volume_4_janvier_2009

Thamsborg S.M., Roderick S., Sundrum A., 2004. Animal health and diseases in organic farming: an overview. In: Animal health and welfare in organic agriculture. Vaarst M., Roderick S., Lund V., Lockeretz W. (Eds), Cabi Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 227-252.

Tournadre H., Dulphy J.P., Jailler R., 2006. En agriculture biologique, réduire la part des con-

centrés dans la ration d'agneaux de bergerie sevrés : conséquences sur les quantités ingérées et les croissances. Renc. Rech. Rum., 13, 140.

Vaarst M., Weisbjerg M.R., Kristensen T., Thamsborg S.M., White A., Roderick S., Lockeretz W., 2006. Animal health and nutrition in organic farming. In: Organic Agriculture. A global Perspective. Kristiansen P., Taji A., Reganold J. (Eds), Comstock Publishing Associates. Cornell Univ. Press, 167-185.

Vaarst M., Padel S., Younie D., Hovi M., Sundrum A., Rymer C., 2008. Animal health challenges and veterinary aspects of organic livestock farming identified through a 3 year EU network project the open. Vet. Sci. J., 2, 111-116.

Van Osch S., 2008. Practical compendium of the organic market in 27 European countries. Specialised Organic Retail Report Europe 2008. ORA publisher, 382p.

Van Wyk J.A., Bath G.F., 2002. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatments. Vet. Res., 33, 437-640.

Vermorel M., Sauvart D., Eugène M., Noblet J., Dourmad J.Y., 2008. Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. INRA Prod. Anim., 21, 403-418.

Veysset P., Bébin D., Bécherel F., 2009a. Elevage biologique de bovins allaitants dans le Massif Central : résultats technico-économiques et identifications des principaux verrous. N° spécial Elevage bio. INRA Prod. Anim., 22, 189-196.

Veysset P., Bébin D., Lherm M., 2009b. Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performances assessments in suckler cattle farms. Impacts of the conversion to Organic Farming. Congrès EAAP Barcelone, Août 2009, sous presse.

Waiblinger S., Baumgartner J., Kiley-Worthington M., Niebuhr K., 2004. Applied ethology: the basis for improved animal welfare in organic farming. In : Animal health and welfare in organic agriculture. Vaarst M., Roderick S., Lund V., Lockeretz W. (Eds), Cabi publishing, Wallingford, Oxon, UK, 117-161.

Wheeler S.A., 2008. What influences agricultural professionals' views towards organic agriculture? Ecol. Econ., 65, 145-154.

Willer H., Yussefi M., Sorensen M., Sorensen N., 2008. The world of Organic Agriculture statistic and emerging trends 2008. Biofach 2008. IFOAM-FIBI, 267p.

Résumé

Au regard des objectifs de développement de l'agriculture biologique (AB) affichés au niveau français, l'élevage est potentiellement un contributeur important. Le modèle de polyculture-élevage est un des fondamentaux de l'AB et a fait la preuve de sa robustesse. Mais aujourd'hui, on constate une diversité d'intégrations de l'élevage dans des unités de production, et des exigences nouvelles s'imposent à l'AB en termes de performances, du fait d'évolutions réglementaires ou de la situation des marchés. Quatre thématiques de recherche sont jugées prioritaires : *i*) concevoir des systèmes d'élevage plus autonomes et économes en intrants, en combinant expérimentations et suivis en ferme ; *ii*) évaluer l'état sanitaire des troupeaux et les outils thérapeutiques alternatifs, conformément aux attendus réglementaires en termes de santé et de bien-être des animaux ; *iii*) améliorer la maîtrise des qualités nutritionnelles, sensorielles et sanitaires des produits animaux ; *iv*) renforcer les interactions entre élevage biologique et environnement, en privilégiant ses impacts sur la biodiversité et sur les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les consommations énergétiques et les transferts de fertilité dans ou entre les unités de production. Les enseignements méthodologiques de projets de recherche sont précisés dans une dernière partie, en distinguant l'évaluation des performances et contributions au développement de l'AB.

Abstract

Research in organic livestock husbandry: stakes, acquisitions and developments

Animal husbandry is a potentially important contributor to the objectives of organic food and farming (OF&F) development as announced in France. The model of mixed crop-livestock farming is at the basis of OF&F and has shown to be robust. Yet, today, various animal production systems are found and OF&F has to adapt to new requirements in terms of performance, owing to the changes in rules and regulations or the market situation. Four research topics were identified and developed : *i*) designing more autonomous and economically efficient livestock production systems in terms of input by combining experimentation and on-farm monitoring; *ii*) evaluating the health status of the herds and alternative therapeutic tools, conforming to the regulations in terms of health and animal welfare; *iii*) improving the mastering of nutritional, sensorial and health qualities of the animal products; *iv*) reinforcing the interactions between organic animal husbandry and environment by favouring the impacts on biodiversity and on green-house gas emissions as well as energy consumed and fertility transfers in or between production units. The methodological teachings of research projects are given in a final part, while distinguishing between performance assessment and contribution to OF&F development.

BELLON S., PRACHE S., BENOIT M., CABARET J., 2009. Recherches en élevage biologique : enjeux, acquis et développements. Inra Prod. Anim., 22, 271-284.