



HAL
open science

Systèmes de polyculture élevage laitiers évoluant vers l'AB : un renforcement des interfaces cultures/élevage

Xavier X. Coquil, Pascal P. Beguin, Benoit B. Dedieu

► **To cite this version:**

Xavier X. Coquil, Pascal P. Beguin, Benoit B. Dedieu. Systèmes de polyculture élevage laitiers évoluant vers l'AB : un renforcement des interfaces cultures/élevage. Les transversalités de l'agriculture biologique. Colloque SFER, Jun 2011, Strasbourg, France. 17 p. hal-01000152

HAL Id: hal-01000152

<https://hal.science/hal-01000152>

Submitted on 3 Jun 2020

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

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

**Systèmes de polyculture élevage laitiers évoluant vers l'AB :
un renforcement des interfaces cultures/élevage**

Xavier Coquil^{1,2}, Pascal Béguin³, Benoît Dedieu²

¹INRA UR 055, 662, avenue Louis Buffet, F-88500 Mirecourt. coquil@mirecourt.inra.fr

²INRA UMR 1273 METAFORT, Theix, F-63122 Saint-Genès-Champanelle.

dedieu@clermont.inra.fr

³INRA UR 1326 SENS, Université Paris-Est, Bois de l'étang, F-77420 Marnes la Vallée.

pbeguin@grignon.inra.fr

Résumé :

Les systèmes de polyculture élevage (SPCE) ont un rôle prépondérant à jouer dans la construction de la sécurité alimentaire mondiale (Herrero *et al.*, 2010). Les SPCE sont présentés comme les archétypes de systèmes permettant des économies de gamme (Vermersch, 2007) s'appuyant sur les complémentarités entre ateliers. Les flux de matières entre élevage et cultures sont largement documentés et modélisés. On connaît moins les pratiques agricoles des polyculteurs-éleveurs aux interfaces entre ateliers et leurs évolutions sur des pas de temps courts à longs. Ce travail vise à explorer les modalités de gestion des interfaces entre cultures et élevage, à partir de l'analyse diachronique de 3 trajectoires d'exploitations de polyculture élevage laitiers depuis leur installation en système intensif, jusqu'à leur situation actuelle en AB autonome. Ces exploitations présentent des ratios de surfaces en grandes cultures/surfaces en fourrages variés. L'analyse des invariants et des variations de ces 3 exploitations fournit des repères sur les évolutions de fonctionnement de SPCE en lien avec leur recherche d'autonomie (limitation d'achats extérieurs). L'évolution de ces 3 SPCE témoigne d'un changement de rapport des agriculteurs au territoire (distinction des parcelles : diversification fourragère, dé-spécialisation du territoire de grandes cultures...) et au temps (plus d'ajustements...), ainsi qu'une évolution de leurs centres d'intérêt (technique, commercialisation...). De nouvelles interactions entre le troupeau et le territoire apparaissent : la production de ressources à partir du territoire définit la taille de l'atelier animal, faisant apparaître de nouveaux leviers d'ajustement des équilibres animal / végétal (démographie du troupeau, lots de génisses « tampon »...); les services entre système de culture et système d'élevage se diversifient et deviennent mutuels (gestion des adventices...). Sur le plan du travail, ces interactions et interdépendances entre cultures et élevage nécessitent d'identifier et de suivre l'état des ressources disponibles afin d'ajuster les conduites selon leur degré de disponibilité. Produire du lait et des cultures en AB en étant autonome amène à construire et gérer des entités (lots d'animaux, blocs de parcelles, types de

foins...) présentant des diversités internes fortes autorisant de nombreux ajustements en les combinant dans l'espace et dans le temps. Ces points de repères sur le fonctionnement des SPCE pourront être mis à l'épreuve dans un échantillon de systèmes de polyculture élevage aux caractéristiques plus variées.

Mots-clefs : polyculture-élevage laitier, autonomie, agriculture biologique, trajectoire.

I. Introduction

Les systèmes de polyculture élevage (SPCE) ont un rôle prépondérant à jouer dans la construction de la sécurité alimentaire mondiale (Herrero, Thornton et al., 2010). Les SPCE sont présentés comme les archétypes de systèmes permettant des économies de gamme (Vermersch, 2007) s'appuyant sur les complémentarités entre ateliers. Les flux de matières entre élevage et cultures sont largement documentés et modélisés (Nousiainen, Tuori et al., ; Aubry, Paillat et al., 2006). On connaît moins les pratiques des polyculteurs-éleveurs, à la fois dans le temps et dans l'espace et la façon dont elles s'ajustent aux variabilités interannuelles. Dessinent-elles d'autres registres d'action et d'interactions que l'organisation de flux entre un atelier animal et un atelier végétal ?

Notre objectif est ici d'instruire cette question des registres de gestion du fonctionnement des systèmes techniques de polyculture élevage sur la base d'études de cas. Nous faisons l'hypothèse que les interactions entre cultures et élevage sont stimulées dans les systèmes autonomes, de façon à limiter le recours aux intrants extérieurs à l'exploitation. Ce travail s'appuie (i) sur une étude de 3 exploitations de polyculture élevage ayant évolué vers des systèmes en agriculture biologique (AB) et autonomes (recours au minimum d'intrants, et non chimiques) et (ii) sur l'analyse diachronique de leur trajectoire en nous centrant sur les interactions entre cultures et élevage. Loin d'une finalité ontologique du fonctionnement des SPCE, l'analyse diachronique vise à identifier (i) des ajustements permis par la combinaison des deux activités, sur le temps court et (ii) ce qui a changé dans les principes de gestion et dans la configuration des systèmes par la mise en place de l'autonomie sur le temps long.

Dans ce texte, nous présentons les 3 cas étudiés ainsi que la méthode d'analyse dans une première partie. Nous aborderons ensuite les résultats en portant un éclairage particulier sur les interactions entre cultures et élevage dans les 3 systèmes étudiés. Les interactions caractérisées entre culture et élevage sont discutées, dans une troisième partie, en focalisant sur les spécificités des systèmes biotechniques en transition vers des systèmes autonomes et biologiques.

II Matériel et méthodes : analyse diachronique de trois trajectoires d'exploitation de polyculture élevage évoluant vers l'autonomie

II.1. Matériel : trois exploitations évoluant du conventionnel consommateur d'intrants à l'AB autonome.

Cette étude est réalisée sur un très petit échantillon car elle vise à mettre à jour des connections internes entre cultures et élevage dans les SPCE autonomes et en agriculture biologique (AB). Les connections identifiées *via* l'exploration de ces 3 cas seront à confirmer et incrémenter par un élargissement de l'échantillon. Les trajectoires analysées dans le cadre de cette étude proviennent de 3 exploitations ayant évolué du conventionnel à l'agriculture biologique et autonome en étant passées par une phase intermédiaire de réduction d'usage d'intrants chimiques. Ces trajectoires proviennent (i) d'un système expérimental du dispositif d'expérimentation long terme de l'INRA ASTER-Mirecourt dans la plaine des Vosges, et (ii) de 2 exploitations situées dans le Maine et Loire et adhérant au Réseau Agriculture Durable (RAD).

Le système de polyculture élevage du dispositif INRA ASTER-Mirecourt (SPCE) a été étudié sur la période 1985 à 2009 : l'analyse se concentre sur la phase de mise en place du SPCE autonome et biologique à partir de septembre 2004. Cette phase est particulièrement documentée au travers d'une démarche méthodologique de conception/évaluation pas à pas à l'échelle du système de production (Coquil, Blouet et al., 2009). Le SPCE autonome et biologique conçu à partir de septembre 2004 occupe 160 ha (50 ha de prairies permanentes et 110 ha de surfaces cultivées) et comprend 60 vaches laitières (Hosltein et Montbéliarde à parité) et leur renouvellement sur les 240 ha et 100 vaches laitières que totalise le dispositif de Mirecourt (tableau 1).

Les 2 exploitations du RAD ont été choisies en raison de leur trajectoire d'évolution de polyculture élevage conventionnel intensif à des SPCE biologiques et autonomes. Ces deux exploitations, l'une individuelle et l'autre en couple, sont de tailles identiques à savoir environ 48 ha de SAU, pour des références laitières situées autour de 210 000 l (tableau 1).

Tableau 1 : caractéristiques biotechniques principales des systèmes de polyculture élevage étudiés au cours de leur trajectoire.

Transition	Phase : SPCE conventionnel et intensif			Phase : SPCE AB et autonome			
	Exploitations	INRA ASTER-Mirecourt	RAD 1	RAD 2	INRA ASTER-Mirecourt	RAD 1	RAD 2
SAU		200	24	30	160	47	49

Prairies naturelles (ha)	140	1.5	0	50	3	0	
Prairies temporaires (ha)	0	10	10	50 (dépend de la rotation)	38	44	
Céréales (ha)	30 (variation selon surface de maïs)	3	10	50 (dépend de la rotation)	0	0	
Associations céréales/protéagineux (ha)	0	0	0	10 (depend de la rotation)	3	3	
Maïs (ha)	30 (maximum)	10	10	0	3	2	
Troupeau							
Effectifs laitiers	vaches	140 à 150	30	20	60	42	35
race		Holstein et Montbéliarde	Holstein	Holstein	Holstein et Montbéliarde	Holstein/Montbéliarde/croisée	Holstein
Elevage des génisses	des	Toutes	renouvellement	renouvellement	Toutes	renouvellement	renouvellement
Elevage des mâles		Tous	Non	Non	Non	Non	Non

II.2 Méthode : recueil et analyse diachronique des trajectoires d'exploitations

Ce travail a été conduit selon des méthodes de recueil et d'analyse de données mobilisées dans des travaux relevant d'approches long terme de l'exploitation agricole (Levrouw, Morales et al., 2007; Begon, Pailleux et al., 2009; Cialdella and Dedieu, 2010)

Les trajectoires ont été recueillies en mai 2009 dans le cadre d'entretiens semi-directifs d'environ 2 h, pour les exploitations du RAD, et 3 entretiens de 2h pour le SPCE de Mirecourt. Ces entretiens visaient à cerner les phases traversées par l'exploitant de son installation à aujourd'hui en décrivant les configurations et les fonctionnements de leur exploitation pour chaque phase. Concernant le SPCE de l'INRA ASTER-Mirecourt, cette description est complétée (i) de données biotechniques issues de l'évaluation agronomique permettant le suivi de l'élaboration des performances techniques du système et (ii) par la connaissance, de par l'implication de l'un des auteurs, des conduites en place sur le dispositif.

L'analyse a permis de mettre en évidence 3 phases pour chacun des systèmes de l'installation à l'enquête : agriculture conventionnelle usant d'intrants chimiques de manière intensive, agriculture conventionnelle plus autonome en intrant et enfin agriculture biologique autonome en intrant. L'analyse porte essentiellement sur le passage des exploitations à des systèmes autonomes en AB. Les variations et invariants des systèmes tant sur le plan de leur

configuration que sur le plan de leur fonctionnement sur des pas de temps longs, moyens ou courts ont été analysés. Ainsi, le passage à l'autonomie nous sert de « révélateur » d'une partie des interactions entre cultures et élevage. Compte-tenu des données disponibles, les ajustements sur le temps courts seront essentiellement traités à travers l'analyse du fonctionnement du SPCE de l'INRA ASTER-Mirecourt.

III Résultats : les systèmes AB autonomes : un renforcement aux interfaces entre cultures et élevage :

Dix registres différents rendent compte des variations et des invariants entre les 3 phases des 3 trajectoires étudiées et des ajustements de plus court terme. Ces registres d'analyse mettent en évidence les variations et les invariants de configuration et de fonctionnement des systèmes de polyculture élevage étudiés au cours de leur trajectoire : nous référant à la représentation des systèmes agricoles selon deux sous-systèmes, l'un biotechnique et l'autre humain (Osty and Landais, 1993) (i) 4 registres caractérisent des éléments relatifs au sous-système biotechnique, tels que le territoire, le couple troupeau/ressource, les cultures et les infrastructures (bâtiment, matériel...) (ii) 5 registres caractérisent les éléments relatifs au sous-système humain, tels que le travail, la formation, les centres d'intérêts, les valeurs et le projet (iii) 1 registre caractérise la mise en mouvement des deux sous-systèmes dans le temps. La situation de l'essai système de l'INRA ASTER-Mirecourt et les 2 exploitations du RAD se distinguent sur le plan agronomique ainsi que sur le plan du collectif de travail en place. Sur le plan agronomique, une large place est réservée aux cultures de vente dans le SPCE autonome et biologique de Mirecourt par rapport aux deux exploitations du RAD. De plus, l'essai système de Mirecourt présente un sous-système humain très spécifique puisque composé d'un collectif de recherche en charge de la gestion et de la mise en œuvre concrète de systèmes agricoles expérimentaux. Nous tirons partie de ces spécificités en abordant des registres différents, essentiellement d'ordre technique, à partir des données de Mirecourt et en ajoutant des dimensions à caractères plus anthropocentrés à partir des données des enquêtes dans les deux autres exploitations.

II. 1. Le passage à l'autonomie : une relocalisation de l'activité agricole

La mise en place de systèmes autonomes et biologiques s'est traduite dans les 3 systèmes étudiés par (i) une diminution de la productivité agricole par hectare (ii) une diminution de l'utilisation de facteurs de production externes (arrêt de l'usage d'intrants de synthèse, achat de fourrages...), (iii) la sous-réalisation de la référence laitière et (iv) la diminution (SPCE ASTER-Mirecourt) voire l'arrêt (RAD 1 et RAD 2) de la production de cultures de vente. Pour le SPCE Mirecourt, l'atelier de bœufs et de taurillons laitiers a été supprimé.

L'évolution de ces 3 systèmes sur le temps long témoigne d'un changement de rapport des agriculteurs au territoire : l'autonomie correspond à une re-localisation de la production agricole et un dé-spécialisation des secteurs du territoire de l'exploitation.

La re-localisation s'exprime par un changement de logiques d'assolement et la distinction de potentialités agronomiques à la parcelle. Ainsi, dans le SPCE de Mirecourt, les 3 logiques d'assolement qui se sont succédées durant les 3 phases de la trajectoire sont : un assolement basé sur la recherche de la couverture des besoins annuels en fourrages du troupeau, un assolement basé sur la recherche de la couverture des besoins du troupeau et les obligations légales (jachère...) et, dans le système autonome et biologique, un assolement basé sur (i) les potentialités du milieu (figure 1), (ii) les fonctionnalités du parcellaire et (iii) l'autonomie *alimentaire* (fourrages et concentrés) et en paille du troupeau. Dans les deux autres exploitations, la logique d'assolement était calée sur (i) la couverture des besoins fourragers du troupeau et (ii), depuis l'autonomie, la volonté d'être autonome en fourrages et en concentrés et la prise en compte des potentialités de chaque parcelle pour le choix des espèces et des variétés cultivées.

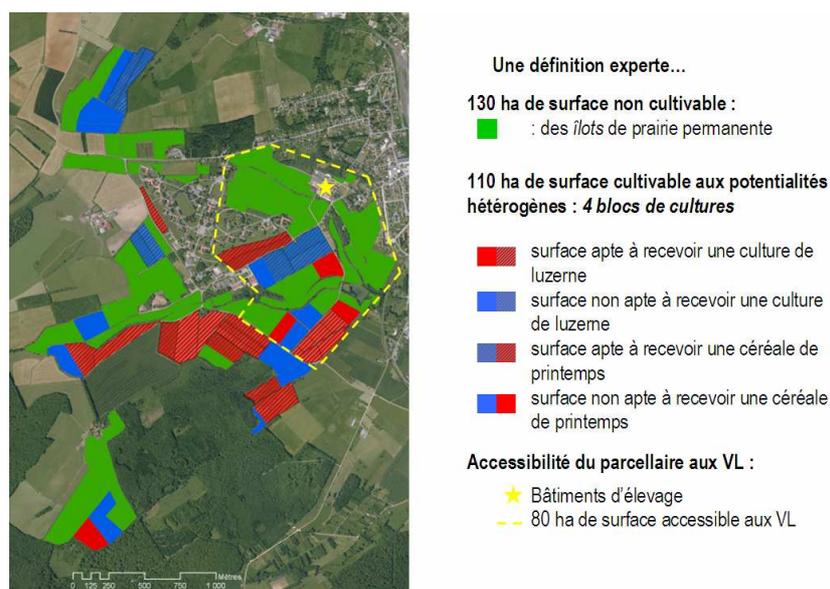


Figure 1 : Configuration du territoire de l'installation expérimentale de l'INRA de Mirecourt (240 ha) à partir de la caractérisation, à dire d'experts, des potentialités agricoles des parcelles, dans le cadre de la conception de systèmes de polyculture élevage laitiers autonomes biologiques.

La dé-spécialisation du territoire agricole est essentiellement passée par l'intégration de la prairie temporaire dans les parcellaires des exploitations. Pour Mirecourt, qui pratique le pâturage de longue date, les cultures annuelles (céréales) ont fait leur apparition dans le secteur de pâturage des vaches laitières et pour les deux exploitations du RAD qui passent du

« 0 pâturage » à un pâturage maximisé, les vaches laitières ont été introduites dans le parcellaire anciennement cultivé.

Dans la ferme INRA, le projet d'autonomie est une activité de conception innovante de systèmes techniques (Coquil, Blouet et al., 2009). Elle s'inscrit dans un dialogue entre chercheurs de disciplines différentes et expérimentateurs et dans une évolution des compétences des agents expérimentaux. Dans les 2 exploitations du RAD, les changements de modes de gestion et d'entités gérées font l'objet d'acquisition de nouveaux savoir-faire stimulés par des dynamiques de groupes (échanges entre pairs et formations). Mais le passage à des systèmes autonomes et biologiques dans ces 2 exploitations dépasse ces changements progressifs d'ordres techniques. Le projet d'autonomie dans ces deux exploitations correspond également à un projet éthique, une recherche de cohérence entre des idées (autonomie, économie en intrants, indépendance vis-à-vis des négociants...) et des pratiques agricoles, commerciales... Cette recherche de cohérence se traduit sur le plan des pratiques « être en phase avec ses idées », mais aussi, dans le cas des 2 exploitations enquêtées au RAD, au niveau des investissements gérés de manière très économe, voire des pratiques de transformation et de commercialisation des produits et même de la transmission des exploitations au départ en retraite de l'agriculteur. Ainsi, pour ces 2 exploitations agricoles, le projet de systèmes autonomes et biologiques correspond également à une stimulation intellectuelle perpétuelle et à la mise en place de projets agricoles sans envisager l'agrandissement de l'exploitation. Les systèmes de polyculture élevage autonomes et biologiques présentés dans ce travail représentent des projets d'agriculture située car basée sur la mobilisation de ressources locales du territoire.

Dans les 3 exploitations suivies, la mise en place de la conduite ajustée, afin de faire avec les ressources disponibles au sein des systèmes, nécessite d'abandonner le projet d'expression maximale de la performance technique des animaux et des cultures. L'activité agricole change de nature « on labore moins et on observe plus afin d'anticiper les évolutions... » (RAD 2).

III.2 Apparition d'interfaces d'intérêts techniques entre cultures et élevage

Sur le dispositif expérimental de Mirecourt, le passage à une forme d'agriculture plus autonome a débuté en 1985, mais le passage à l'agriculture autonome et biologique, que nous instruisons plus particulièrement dans cette partie, a démarré à la conversion à l'AB en septembre 2004. La mise en œuvre du projet de polyculture élevage autonome et biologique s'est traduit par un apprentissage progressif de l'usage des systèmes d'élevage dans les systèmes de cultures et réciproquement.

Sur le plan animal, ceci se traduit par l'apprentissage progressif de l'utilisation de ressources variées pour nourrir le troupeau. En effet, l'autonomie a consisté à nourrir le troupeau avec les ressources dont on dispose sur le territoire en (i) mettant en place une gestion des surfaces fourragères et cultivées afin d'obtenir des ressources fourragères d'intérêt zootechnique et (ii) palliant aux variations de disponibilités des ressources (tableau 2) en raison des variations de soles fourragères, des sols cultivées et de leurs rendements.

- A compter de la campagne 2007, la mise à l'herbe des génisses du SPCE a été réalisée sur les prairies temporaires alors qu'elle avait lieu sur des prairies permanentes depuis 1972 : ce changement visait à réaliser un déprimage de ces nouveaux couverts, afin de différer leur fauche de fin mai/début juin à juin et ainsi assurer une meilleure probabilité de récolte sous forme de foin et non d'enrubannage. Cet exemple de gestion combinée du pâturage et de l'élaboration des stocks a permis d'augmenter la proportion de fourrages conservés sous forme sèche à compter de 2007 (tableau 2).

Tableau 2 : Ressources en fourrages disponibles, hors pâturage, pour l'alimentation du troupeau du SPCE et ressources en paille et en concentrés disponibles pour la litière et la complémentation du troupeau SPCE de l'INRA ASTER-Mirecourt.

Modalités récolte	Ressources (tMS/an)	2006	2007	2008
Enrubannage-ensilage d'herbe	-	41	32	38
Foin	Luzerne/dactyle	118	135	133
	Prairie temporaire	9	81	53
	Prairie permanente	89	107	103
Total	Fourrages	256	355	326
Total	Paille	144	85	152
	Mélanges céréales/prot ¹	46,0	15,1	7,0
	Céréales secondaires ²	46,8	34,2	38,3
Total	Concentrés	92,9	49,3	45,3

1 : avoine/féverole ; triticale/pois ; orge/lupin... ; 2 : orge, triticale, avoine, épeautre, seigle... ; MS : Matière Sèche.

- Les logiques d'assolement, de conduite des cultures fourragères et d'achat d'aliments en système conventionnel intensif permettaient d'assurer des rations alimentaires assez constantes et équilibrées sur le plan énergétique et azoté durant l'année. Après conversion, dans une logique d'autonomie, l'apprentissage de l'ajustement du troupeau aux ressources à différents pas de temps a été nécessaire afin de faire face aux variations de disponibilité des ressources durant le pâturage ainsi que durant la période d'affouragement hivernale. Le pâturage des vaches laitières du SPCE peut être constitué de prairies permanentes, de prairies temporaires et de luzerne/dactyle : la gestion combinée des stocks et du pâturage et les difficultés pratiques à faire pâturer des luzernes par des vaches laitières nous invite à

mobiliser le pâturage des luzerne/dactyle uniquement en période de manque de fourrages, la luzerne présentant une résistance intéressante au stress hydrique (figure 2). Des ajustements sur le moyen terme ont lieu lors de l'affectation des ressources stockées pour l'élaboration des rations hivernales : ainsi les veaux et les vaches laitières sont les premiers animaux servis, comme en atteste la relative constance de leur ration d'une année à l'autre (tableau 3), et les génisses en croissance sont alimentées par les stocks restant palliant les variations de disponibilité des stocks (tableau 3). Des ajustements sur le plus long terme (pas de temps supérieur à 1 an), par la réforme anticipée ou la vente d'animaux sont également intervenues avant l'hiver 2007 pour faire fasse à des stocks en fourrages et en paille trop faible pour passer l'hiver (vente de 8 vaches laitières (dont 4 réformes anticipées) et 5 génisses de 24 mois).

Figure 2 : diversité des prairies pâturées par les vaches laitières du SPCE au cours de la saison 2008.

Tableau 3 : Variations interannuelles des régimes alimentaires, hors pâturage, des lots d'animaux du SPCE.

Modalités de récolte	Ingestion des ressources (kg MS/VL/an)	2006/2007			2007/2008		
		VL	Veaux (0-1 an)	Génisses (1 an-vêlage)	VL	Veaux (0-1 an)	Génisses (1 an-vêlage)
Ensilage-enrubannage		26	0	1235	270	0	71
Foin	Luzerne-dactyle	1177	394	10	1320	244	272
	Prairie temporaire		0	0	590	0	965
	Prairie permanente	1390	73	985	700	14	723
Paille		0	0	127	0	0	0
Refus		0	0	0	0	0	346
Total	Fourrages	2601	469	2358	2880	258	2377
	Mélanges céréales/prot¹	509	112	2	198	67	2
	Céréales²	72	66	42	421	77	11

Total	Concentrés	586	179	44	652	144	13
-------	------------	-----	-----	----	-----	-----	----

1 : avoine/févérole ; triticale/pois ; orge/lupin... ; 2 : orge, triticale, avoine, épeautre, seigle... ; MS : Matière Sèche.

Sur le plan des systèmes de culture, l'introduction de la prairie temporaire, et par la même occasion de l'animal pâturant, dans le territoire auparavant uniquement destiné aux cultures annuelles a permis aux animaux d'avoir des actions directes et indirectes dans les systèmes de cultures.

- Ainsi, le pâturage des animaux à faibles besoins de croissance, telles que les génisses en fin de gestation, a permis de limiter le salissement des parcelles de prairies temporaires en *rumex* et ainsi de limiter le salissement à l'échelle de la rotation. La présence d'animaux dans le système a permis la valorisation (i) de prairies temporaires aux fonctions agronomiques intéressantes à l'échelle de la rotation culturale : fixation azotée, apports de matières organiques au sol, rupture des cycles d'adventices annuelles... (ii) de valoriser sous forme de fourrages récoltés des essais de grandes cultures qui sont manqués...

- La présence d'une tête de rotation pluriannuelle en fourrages a fait apparaître le pas de temps de la rotation dans la gestion du travail du sol (plus on s'approche de la tête de rotation et plus on autorise la présence d'adventices annuelles comptant sur l'effet nettoyant de la tête de rotation fourragère) et de la fertilisation (le retournement de prairies entraîne une libération d'azote).

L'émergence de ces nouvelles fonctions entre cultures et élevage par la situation d'autonomie a entraîné, certes, de nouvelles interactions mais aussi de nouvelles interdépendances entre cultures et élevage et ainsi de nouvelles contraintes notamment calendaires et fonctionnelles.

La recherche d'un équilibre entre production de ressources et utilisations internes potentielles est à la fois faite à l'échelle annuelle et pluriannuelle (démographie de troupeau, reports de stocks...), mais également au fur et à mesure du déroulement du calendrier. Du coup ces équilibres entre cultures et élevage sont très dynamiques et soumis aux aléas notamment climatiques : ainsi le passage à l'autonomie a placé le collectif de Mirecourt dans l'apprentissage d'une gestion adaptative, quittant progressivement l'optimisation et la sécurisation de la performance animale et végétale par la mobilisation d'intrants, et requérant de nouvelles pratiques et indicateurs d'observations de l'état du système.

- Pour pallier à l'absence de ces leviers de sécurisation, le passage à un système biologique et autonome a nécessité la mise en place (i) de nouveaux leviers de gestion et (ii) de pratiques agricoles plus préventives, en réponse à des principes de précautions. Par exemple, en système conventionnel, l'équilibre alimentaire était géré par des achats d'aliments ou un

ajustement de la fertilisation azotée des prairies au printemps, voire un ajustement de la sole de maïs d'une année à la suivante : ces leviers d'ajustements de la production fourragère ont été supprimés lors de la conversion à l'AB autonome, faisant apparaître l'ajustement par une gestion des effectifs et de la démographie des animaux. L'arrêt d'utilisation des désherbants au sein des systèmes de culture a été anticipé par la mise en place de rotations culturales conçues afin de rompre les cycles des adventices par des alternances de cultures annuelles et pluri-annuelles, et par des alternances de cultures de printemps et de cultures d'hiver lorsque la portance des parcelles au printemps le permettait.

- Ces nouvelles interactions et interdépendances entre cultures et élevage nécessitent d'identifier et de suivre l'état des ressources disponibles afin d'ajuster les conduites selon leur degré de disponibilité. Ainsi, le passage à un système autonome et biologique a engagé le collectif de l'installation de Mirecourt dans un apprentissage progressif à de nouvelles observations car les ressources mobilisées sont en perpétuelles évolutions en fonction, notamment des usages qui en sont faits.

III.3. Le rôle central de la culture de l'herbe

Sur les deux exploitations du RAD, la mise en place de systèmes de polyculture élevage autonomes et biologiques s'est traduite par un re-centrage sur la culture de l'herbe. Durant leur période conventionnelle, les cultures annuelles étaient destinées à la vente, ce qui entraînait une forte pression sur les surfaces fourragères pour nourrir le troupeau. Le passage à des systèmes autonomes et biologiques a été conduit par un re-centrage sur l'activité laitière et la conception progressive d'un système alimentaire autonome pour les vaches : concrètement l'autonomie s'est traduit par la mise en culture et la valorisation des surfaces en herbe au détriment du maïs lequel nécessitait en outre une complémentation en correcteur azoté importé.

Une diversité de ressources alimentaires sont mises à disposition du troupeau, avec des usages plus ou moins spécifiés (encadré 1), par le biais de modes d'exploitation différenciés de l'herbe et de choix de variétés et d'espèces implantées variées. L'apprentissage de la gestion combinée du pâturage et de l'élaboration des stocks semble avoir un caractère central dans ces deux systèmes autonomes. Dans une des 2 exploitations, tout comme sur le SPCE de Mirecourt, la gestion de la qualité de l'herbe pâturée est passée par la mise en place d'un lot d'animaux spécifique (bovins suiveurs avec des animaux à faibles besoins alimentaires: génisses âgées, vaches taries...), pâturant les refus des parcelles pâturées par les vaches laitières afin d'assurer des repousses de qualité. La diversité des ressources fourragères stockées est mise à profit de la confection des rations hivernales en hiérarchisant l'attribution

des ressources aux lots selon des logiques proches de celles mobilisées sur le SPCE de Mirecourt (encadré 1 et tableau 3)

Encadré 1 : témoignage d'un éleveur du RAD sur la réalisation d'une diversité de fourrages stockés à destination de l'alimentation hivernale.

L'apprentissage de la culture de l'herbe a un caractère central dans la conduite de ces systèmes. La faible proportion de cultures annuelles (céréales essentiellement) présente dans ces systèmes autonomes et biologiques trouve, à l'origine, sa justification essentielle dans la volonté de renouveler les prairies afin de stimuler leur productivité : pour ces personnes la réimplantation d'une prairie est facilitée lors de la mise en culture de la parcelle durant au moins une année. Toutefois, les cultures annuelles présentes dans la rotation ont été mises au service de l'autonomie alimentaire du troupeau (i) créant progressivement de nouvelles interactions entre cultures et élevage (ii) facilitant l'utilisation de cultures annuelles telles que les céréales sous forme de fourrages en cas de salissement de la culture. Ainsi, la culture d'une petite sole de maïs dans ces deux systèmes est devenue intéressante en vue d'apporter un complément fourrager énergétique permettant une meilleure valorisation de l'herbe de printemps par les vaches pour RAD 1 et d'intensifier la production de fourrages et la production laitière afin de remonter ponctuellement la trésorerie pour RAD 2.

Dans ces deux exploitations du RAD, le passage à des systèmes autonomes et biologiques a nécessité la mise en place de conduites ajustées, essentiellement sur le plan animal. Ce passage a également nécessité un apprentissage renouvelé des observations menées sur les entités gérées en perpétuelle évolution, en mobilisant également les observations d'intervenants extérieurs sur l'exploitation « *je compte sur le coup doeil de l'inséminateur pour ajuster la ration* » (RAD 1). Dans ces 2 exploitations l'autonomie de matière est un principe sur le temps long (i) pouvant faire l'objet d'aménagements pour pallier à des déficits ponctuels de fourrages (achats ponctuels de luzerne déshydratée...), (ii) pouvant être élargi à une échelle dépassant le territoire de l'exploitation agricole à celui du réseau de travail de l'agriculteur afin d'organiser des échanges (exemple : échanges de tourteaux de colza contre du fumier) : ainsi, des leviers de flexibilité apparaissent, notamment en transigeant au principe d'autonomie de matière.

IV Discussion : SPCE évoluant vers l'AB autonome : vers l'interdépendance des cultures et de l'élevage ?

L'évolution de ces 3 systèmes de polyculture élevage vers une agriculture biologique et autonome marque des changements de fonctionnement des systèmes de production au profit d'interactions renforcées entre cultures et élevage. Ces interactions accentuent la connectivité entre éléments internes au système (Holling, 2001), notamment entre le troupeau et les couverts, rendant leur interdépendance plus forte et, ainsi, nécessitant parfois de rendre compatible leurs inscriptions temporelles par des modifications de pratiques. C'est, par exemple, le cas dans le cadre des modifications de conduite du pâturage des génisses sur le SPCE de l'INRA de Mirecourt afin de concilier pâturage et récoltes de prairies temporaires sous forme de foins.

IV. 1. Des évolutions biotechniques spécifiques des transitions :

La transition de systèmes agricoles à des situations autonomes et biologiques imposent l'apparition de processus biotechniques spécifiques tels que l'adaptation du troupeau à de nouvelles ressources fourragères présentant de plus fortes variations de qualité et de quantité intra et inter-campagnes (Gouttenoire, Fiorelli et al., 2010), l'adaptation des sols et des systèmes de culture à une fumure en azote plus modérée et plus lente, l'adaptation des conduites des systèmes de culture à de forts salissements adventices. Dans une synthèse internationale (Lamine and Bellon, 2008) font état du peu d'études portant sur les états intermédiaires des systèmes biotechniques durant la conversion des exploitations agricoles du conventionnel à l'agriculture biologique. Les modifications de quelques entités biotechniques

ont été abordées telles que (i) le fonctionnement biologique et, par conséquent, les fonctionnements physiques (structure) et chimiques (cycles des éléments) dans les sols (Lotter, 2003) et (ii) les modifications des rotations culturales et l'importance de l'effet précédent pour faire face à une disponibilité limitée des éléments minéraux dans les sols. A ces études agronomiques, nous ajoutons la contribution des travaux issus de l'écologie des perturbations. (Albrecht, 2005) s'intéressant à l'évolution de la flore adventice dans les parcelles cultivées lors de la conversion à l'agriculture biologique, fait état d'une période d'instabilité de cette flore durant environ 6 ans à partir de la modification des pratiques culturales.

IV.2. Transition vers l'autonomie : vers des systèmes autonomes résilients ?

Les connections entre cultures et élevage permettent de limiter le recours aux intrants d'origines fossiles ou chimiques (engrais, pesticides, ...) ou autres (fourrages, concentrés, paille...) grâce à la création de ressources productives dans le système (nouvelles cultures faisant office de concentré, besoin en concentrés qui évoluent grâce à une production fourragère ayant changée de valeur alimentaire (équilibre entre énergie et azote...)).

L'augmentation de la connectivité entre production de ressources et utilisations internes a entraînée l'apparition de nouvelles pratiques d'ajustement (effectifs animaux, cultures à usages multiples, élargissement des frontières du système par des échanges avec les voisins...) et la mise en place d'entités biotechniques à usages multiples (fourrages pâturables et fauchables, cultures vendables ou mobilisables pour les animaux, des animaux aux fonctionnalités agronomiques directes ou indirectes multiples...). Ainsi, ces nouvelles ressources peuvent jouer un rôle dans la sécurisation des systèmes face aux aléas.

L'augmentation de la connectivité entre ressources internes au système ne semble donc pas nécessairement aller de pair avec une spécialisation des ressources *via* leur usage tel que suggéré par (Holling, 2001). Dans sa conceptualisation des systèmes socio-écologiques selon un cycle inscrit dans un plan en trois dimensions, (Holling, 2001) présente les systèmes allant vers l'autonomie comme des systèmes au sein desquels la connectivité entre les éléments internes du système augmente, ayant pour conséquence de réduire la résilience de ces systèmes. Ainsi, selon (Holling, 2001), cette forte connectivité conduit à une fragilité du système qui sera contraint à être profondément reconçu lors de la venue d'un choc empêchant certaines interdépendances de se réaliser. Toutefois, (Holling, 2001) précise que ces situations présentent un fort potentiel de re-conception.

IV.3 Interactions cultures/élevage : poids relatif des cultures et de l'élevage dans le projet de production ?

Le passage à un système autonome et biologique a marqué pour les trois systèmes un changement de production agricole. Le SPCE de l'INRA ASTER-Mirecourt vend du lait, du blé meunier et les vaches laitières réformées alors qu'il commercialisait auparavant plus de lait, du blé à destination de l'alimentation animale, du colza, les vaches de réformes ainsi que l'ensemble des mâles nés qui étaient engraisés et vendus en boeufs de 30 à 36 mois ou en taurillons de 18 à 24 mois. Les deux exploitations du RAD ont arrêté la vente de cultures (blé, production de semences fourragères) et ont axé la commercialisation sur la vente de lait.

Ainsi, se dégagent deux projets à partir de ces 3 cas de polyculture élevage laitier autonomes influençant fortement la configuration et le fonctionnement des systèmes. Un projet de commercialisation centré sur le lait produit à l'herbe, et un projet de commercialisation de lait et de blé dans un système autonome en aliments (fourrages et concentrés) et en litière (paille).

- Ces projets correspondent à deux configurations du territoire de l'exploitation agricole : l'une basée sur la mise en culture de l'herbe et l'autre sur la mise en place d'un équilibre entre production fourragère et production de cultures. Ainsi, l'implantation de la prairie temporaire est réalisée suivant des objectifs agronomiques dans les systèmes de culture de Mirecourt (casser le cycle des adventices, apporter de l'azote et de la matière organique) et dans les exploitations enquêtées du RAD ce sont les cultures annuelles qui sont implantées suivant des objectifs agronomiques (permettre le renouvellement des prairies).

- A partir d'un socle commun de polyculture élevage autonome et biologique, les attentes des agriculteurs vis-à-vis des cultures annuelles et fourragères dans leur rotation sont très variables : les interactions fonctionnelles en place entre cultures et élevage sont alors très différentes. Toutefois, dans un processus de transition vers des systèmes autonomes et biologiques, ces attentes vis-à-vis des ressources peuvent aussi être évolutives : les deux agriculteurs du RAD reconnaissent, *via* leur expérience progressivement acquise par l'usage de cultures annuelles dans leur système d'élevage, des intérêts zootechniques à ces cultures. Ainsi, RAD 1 est attiré par la présence d'un fourrage énergétique tel que le maïs pour compléter l'herbe pâturée de printemps, ce qui l'incite aujourd'hui à tester une culture annuelle alternative : la betterave. RAD 2 reconnaît des apports minéraux intéressants par l'épeautre dans les rations des veaux l'incitant à systématiser cette culture dans sa rotation...

V Transitions des SPCE vers l'autonomie : émergence de nouvelles connections internes au système

Une première analyse diachronique des trajectoires de mise en place de ces 3 systèmes de polyculture élevage autonome a permis de mettre en exergue une configuration des systèmes

de production qui devient localisée, c'est-à-dire à partir des potentiels agronomiques disponibles sur l'exploitation. La mise en place de ce principe de configuration à partir des potentialités agronomiques se traduit par la mise en place de modalités de conduites adaptatives des systèmes afin de pallier aux variations de productivité de ce territoire aux dimensions définies. Ces conduites adaptatives mobilisent les interactions possibles entre ressources internes au système et leurs utilisations internes potentielles. Dans le cadre des systèmes de polyculture élevage, les animaux et les cultures sont des ressources et des utilisateurs potentiels et mutuels : l'analyse diachronique des trajectoires de mise en place de ces systèmes met en exergue l'apparition progressive de ces liens fonctionnels entre ces entités et les modifications systémiques qu'elles génèrent. L'utilisation des génisses pour pâturer et retarder les dates de fauche, puis la découverte de leur capacité à pâturer des rumex et ensuite leur utilisation pour limiter le « salissement rumex » des parcelles de prairies temporaires dans les rotations culturales... Ces transitions entraînent l'émergence de nouvelles propriétés biotechniques (des vaches adaptées à des fluctuations alimentaires...), de nouvelles règles de conduite (apprendre le pâturage et la culture de l'herbe, ajuster les rations selon les disponibilités alimentaires...) qui nécessitent l'acquisition de nouveaux savoir-faire pour les agriculteurs qui décident, pilotent et agissent : quels sont les processus, les ressources et les situations impliqués dans cette acquisition de nouveaux savoir-faire durant la transition vers des systèmes plus autonomes ?

Remerciements :

Les auteurs remercient le collectif de l'unité de recherche INRA ASTER-Mirecourt et le RAD pour leurs contributions à ce travail. Ce travail a bénéficié du soutien financier du programme ANR O₂LA ainsi que du programme CASDAR PraiFace.

Références bibliographiques :

- Albrecht H. (2005) Development of arable weed seedbanks during the 6 years after the change from conventional to organic farming, *Weed Research* 45, 339-350.
- Aubry C., Paillat J.-M., Guerrin F. (2006) A conceptual representation of animal waste management at the farm scale : The case of the Reunion Island, *Agricultural Systems* 88, 294-315.
- Begon M., Pailleux J.Y., Joly N., Lemery B., Dedieu B. (2009) Les chemins pour durer en élevages bovin laitier : diversité des logiques d'action sur le long terme en Ségala (Massif Central), in: I.d. l'élevage-INRA (Ed.) *Rencontres Recherches Ruminants*, Paris, pp. 105-108.
- Cialdella N., Dedieu B. (2010) What action logics do family livestock farmers have to maintain their activity over the long term?, *Integrated Farming System Association*.

- Coquil X., Blouet A., Fiorelli J.L., Bazard C., Trommenschlager J.M. (2009) Conception de systèmes laitiers en agriculture biologique : une entrée agronomique, *Productions Animales* 22, 221-234.
- Gouttenoire L., Fiorelli J.L., Trommenschlager J.M., Coquil X., Cournut S. (2010) Understanding the reproductive performance of a dairy cattle herd by using both analytical and systemic approaches: a case study based on a system experiment, *Animal* 4, 827-841.
- Herrero M., Thornton P.K., Notenbaert A.M., Wood S., Msangi S., Freeman H.A., Bossio D., Dixon J., Peters M., van de Steeg J., Lynam J., Parthasarathy Rao P., Macmillan S., Gerard B., McDermott J., Seré C., Rosegrant M. (2010) Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems, *Science* 327, 822-825.
- Holling C.S. (2001) Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems, *Ecosystems* 4, 390-405.
- Lamine C., Bellon S. (2008) Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review, *Agronomy for Sustainable Development* 29, 97-112.
- Levrouw F., Morales H., Arbeletche P., Malaquin I., Tourrand J.F., Dedieu B. (2007) Estrategias de largo plazo de los ganaderos uruguayos en situaciones de incertidumbre, *Agrociencia* 11, 87-93.
- Lotter D.W. (2003) Organic agriculture, *Journal of Sustainable Agriculture* 21, 59-128. DOI: 10.1300/J064v21n04_06.
- Nousiainen J., Tuori M., Turtola E., Huhtanen P. Dairy farm nutrient management model. 1. Model description and validation, *Agricultural Systems* 104, 371-382.
- Osty P.-L., Landais E. (1993) Fonctionnement des systèmes d'exploitation postorale., *Proceedings of the IV International Rangeland Congress, Montpellier.*, 1137-1146.
- Vermersch D. (2007) L'éthique en friche.