

Adaptation des systèmes d'élevage et incertitudes sur l'avenir

*Benoît Dedieu, directeur de recherches,
INRA – UMR 1273 Métafort, Theix 63122 Saint Genès Champanelle (France)
dedieu@clermont.inra.fr*

Introduction

Les recherches sur l'élevage sont depuis toujours guidées par la recherche d'une amélioration de l'efficacité de l'activité, notamment via l'exploration de solutions optimisées sur des critères de marge brute ou de revenu et via l'analyse, en ferme, des marges de progrès technique vers ces optimums. L'incertitude croissante qui pèse sur le contexte de l'élevage suggère cependant à de plus en plus d'auteurs d'accorder de l'importance, dans l'analyse et l'évaluation, à la capacité d'adaptation des systèmes d'élevage. Par capacité d'adaptation, nous entendons capacité à résister à des aléas à moyen terme et s'inscrire dans une dynamique, un mouvement qui permette de durer à long terme (Mignon 1993, Dedieu et al. 2008a), alors que :

- que les données concrètes de ce que sera cet avenir lointain ne peuvent être précisées,
- l'occurrence de crises graves et soudaines (crises sanitaires, effondrements financiers) est plus que probable sans être probabilisable.
- L'instabilité des prix (produits, intrants) et l'orientation générale des réformes de la PAC (moins de filets de sécurité) rendent l'environnement de l'élevage plus instable et les amortisseurs des aléas moins forts.
- Le changement climatique marque petit à petit les conditions de production, avec l'occurrence d'événements climatiques extrêmes plus nombreux

Les critiques adressées au modèle productiviste renforcent la nécessité de se préoccuper des capacités d'adaptation des systèmes. Le contrôle des facteurs limitants de la production via l'irrigation, l'emploi de pesticides, une prévention sanitaire poussée etc. a des effets négatifs sur l'environnement qu'il convient désormais d'éviter. La recherche de modèles de production à valeur environnementale plus élevée est aussi, en élevage herbivore, la recherche de systèmes qui puissent s'accommoder des aléas, notamment climatiques, plutôt que de les gommer.

Cet article fait le point sur les travaux menés par des zootechniciens du département Sciences pour l'Action et le Développement (SAD) de l'INRA dans le but d'explorer ce que recouvre « s'adapter pour durer »¹. Dans une première partie, nous précisons à quelle vision dynamique de l'élevage nous nous rattachons, en référence à la littérature traitant de « résilience ». Puis nous illustrons dans une deuxième partie, au travers d'une synthèse d'opérations de recherche réalisées en France et en Amérique du Sud, la diversité des

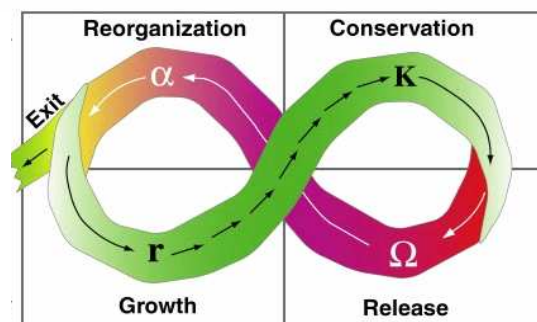
¹Ces travaux s'inscrivent dans le champ thématique « transformation des systèmes d'activités et des métiers en agriculture » du département SAD www.inra.fr/sad/. Une partie d'entre eux ont été publiés récemment dans l'ouvrage publié aux Editions Quae « l'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des systèmes d'herbivores » (Dedieu et al. 2008a), d'autres relèvent de recherche plus récentes débattues notamment au sein du groupe « adaptive farming systems » du groupe européen de l'IFSA (International Farming Systems Association). Les communications du Symposium de Clermont Fd (Dedieu et Zasser Eds, 2008) sont accessibles à l'adresse www.8th-european-ifs-symposium.org ou auprès de l'auteur.

« chemins » de l'action sur le long terme en situation d'incertitude. Dans une troisième partie, nous discutons de la résistance des systèmes aux aléas, notamment de prix et de climat, en référence à la notion de « flexibilité » des sciences de gestion. Enfin, nous évoquons la façon dont l'approche systémique et la notion de « régulation » permet d'explorer la flexibilité « processus de production », vue principalement sous l'angle technique.

L'élevage en dynamique

Quelle vision dynamique de l'élevage sous tend les recherches en zootechnie ? Avec la prégnance des démarches d'optimisation technico-économique, il s'agit pour l'essentiel de produire des connaissances et des modèles pour optimiser une situation donnée ou pour rechercher une nouvelle combinaison des activités et des techniques cohérente avec un nouveau contexte (nouveau rapport de prix, réforme de la PAC, réglementation environnementale etc...). De fait, la vision dynamique des systèmes d'élevage correspond à une succession de passages d'un état i du système vers à un état $i+1$, passages justifiés par un changement de contexte. Les états i et $i+1$ sont, dans l'extrême majorité des cas, considérés comme stables, tout comme leur environnement. D'autres façons de voir le temps long et les transformations des systèmes ont vu le jour : Lev et Campbell (1987) par exemple soulignaient le danger d'ignorer les interactions de long terme dans la recherche de solutions plus viables pour les agriculteurs et pointaient l'enjeu de maintenir de la flexibilité dans des systèmes soumis à l'incertitude. Plus récemment, les recherches en écologie² considèrent que la mise en dynamique d'un système inclut des chocs brutaux, qui peuvent remettre en cause son existence. Les écologues incluent ces chocs dans tout un ensemble de perturbations quasi permanentes avec lesquels le système doit composer. Holling (2001), s'intéressant aux systèmes socio-écologiques, a proposé un cadre général de représentation de cette dynamique des systèmes comme un cycle adaptatif (figure 1).

Figure 1 : le cycle adaptatif d'un système socio-écologique (Holling 2001)



Légende : *il faut lire le schéma comme un grand 8 de foire.* r à K : une situation qui change peu ou lentement, soumis à des aléas. L'apprentissage permet une capacité de contrôle et de maîtrise croissante. K à Ω : choc. Libération des ressources. Ω à α : mobilisation du potentiel (ressources, capital) pour réorganiser le système. Exit (échec) ou reprise d'un cycle nouveau

La résilience³ d'un système caractérise la propriété d'un système qui perdure, c'est-à-dire qui est capable de faire face à des perturbations à toutes les étapes du cycle, dont des

² mais également dans d'autres disciplines comme la psychologie (Cyrulnick 2001)

³ Toute une communauté de recherches s'intéressant à la gestion d'espaces naturels se retrouve autour de cette approche de la résilience des systèmes socio-écologiques. www.resalliance.org

chocs. L'enjeu principal est, dans ce dernier cas, de mobiliser les bonnes ressources pour reconfigurer le système. Ainsi, pour ces auteurs, il n'y a en soi ni d'état, ni d'environnement stables, mais une dynamique continue constitutive du regard que l'on peut porter sur le système. A l'échelle de l'exploitation agricole et en s'inspirant directement du cadre de Holling, Milestad et al. (2003) soulignent la nécessité de prendre en compte les trajectoires du système « famille – exploitation – autre activités » pour caractériser la résilience qu'elles définissent comme « *la capacité à faire face à des changements internes et externes, dues à des causes prévisibles (aléas) ou singulières, la capacité à apprendre et à s'adapter aux aléas, la capacité à se réorganiser en cas de chocs* ». Darnhofer et al. (2008) considèrent également que plutôt que de travailler l'adaptation « d'un état stable vers un autre état stable » sous l'effet de moteurs de changement (PAC...), il s'agit plutôt « de développer une approche « évolutionnaire » (*evolutionary approach*) de la dynamique des systèmes agricoles considérant la résistance aux aléas, la prise en compte de l'incertitude et la capacité de *re - design* des systèmes dans le temps long ».

Diversité des chemins pour tenir sur le long terme

L'application de ce cadre théorique permet de questionner « l'action en situation d'incertitude » (Lemery et al. 2005), autrement dit de produire des connaissances sur les principes d'action qui marquent la dynamique des systèmes sur le long terme. Nous avons réalisé entre 2002 et 2008 plusieurs opérations de recherches visant 1) à identifier la diversité des chemins (les logiques d'action) qu'empruntent les éleveurs pour tenir sur le long terme, 2) mettre en relation ces chemins et les tensions qui s'exercent sur le fonctionnement des systèmes au moment de l'observation et les sources de flexibilité qui permettent d'y faire face (cf. partie suivante). Ces opérations de recherche ont concerné l'élevage bovin viande de Bourgogne et l'élevage laitier du Ségala (Massif Central), et pour sortir d'un contexte de fort encadrement de la production, l'élevage bovin (viande – lait) en Uruguay⁴ (tableau 1).

Tableau 1 : Trois opérations de recherches sur « l'action en situation d'incertitude » en élevage herbivores

	nbre d'exploitations	année	dimensions des troupeaux	publication
Bovin viande Bourgogne	14	2001 - 2004	40 – 145 vaches	Lemery et al. 2005 Ingrand et al. 2007
Bovin lait Ségala	14	2006 - 2009	17 – 55 vaches	non publié
Bovin Uruguay	11	2006 - 2007	8 allaitants : 77 à 4300 têtes 3 lait : 140– 3500 têtes	Levrouw et al. 2007

Les études réalisées en France ont mobilisé un groupe pluridisciplinaire associant zootechniciens, gestionnaires et sociologues. La méthodologie d'approche a été basée sur

⁴ Ce pays d'économie ultralibérale⁴ a connu ces trente dernières années, deux dévaluations, une crise sanitaire grave (fièvre aphteuse, le pays étant exportateur à 80 %) et des accidents climatiques (sécheresses, inondations). Il permet d'envisager des situations où les incertitudes sont plus importantes que dans un pays européen et les filets de sécurité moindre.

l'approche des trajectoires du système famille – exploitation – autres activités selon le cadre proposé par Moulin et al. (2008), dans lequel l'analyse vise à délimiter, à partir des dires des éleveurs :

- des phases de « cohérence » associées à un ensemble de principes d'action, le système évoluant sous l'effet de perturbations ;
- des phases de rupture associées à des chocs (de toute nature) débouchant sur une reconfiguration du système, et le cas échéant, de nouveaux principes d'action.

La mise en commun des données provenant des 3 études (39 cas) met en exergue 4 registres que les éleveurs mettent en avant pour expliquer et/ou justifier les événements qui balisent la trajectoire de leur exploitation :

- *La configuration du système famille – exploitation*, c'est-à-dire les options relatives i) à la taille (avec des modalités « être gros pour tenir » ou au contraire « s'agrandir, c'est pas pour moi : on s'y perd ») ; ii) à la combinaison d'activités (opposant la diversification (« pas tous les œufs dans le même panier ») et la spécialisation (« pour être compétent et efficace ») ; iii) à la prise de risques (« jamais », « nécessaire », « que si contrôlé »)

- *Les finances*, c'est-à-dire le rapport à l'endettement (« jamais », « mal nécessaire »), à l'épargne (systématique ou non), à la possibilité d'ajuster les besoins et les prélèvements familiaux en année difficile.

- *Le fonctionnement du système technique*. 3 modalités sont distinguées : l'ambition technique (« c'est le garant pour tenir ») ; l'ambition gestionnaire (« ce qui importe c'est optimisation de l'ensemble des ressources de l'exploitation incluant la prise en compte d'un travail maîtrisé ») ; la conservation de souplesses dans le processus de production (« en garder sous la pédale », « ne jamais être à fond »)

- *Les réseaux sociotechniques* (d'information, d'échanges et de conseil, permettant la maîtrise de l'aval (« il est nécessaire d'investir dans des organismes de producteurs »).

Tous ces registres ne jouent pas le même rôle dans la différenciation des chemins sur le long terme, échantillon par échantillon. Les registres de *configuration du système famille-exploitation* et de *fonctionnement du système technique* apparaissent avoir un poids relatif plus important pour différencier les chemins. L'encadré 1 présente la déclinaison des registres en 5 types de chemins dans le groupe d'exploitations bovin lait du Ségala.

Encadré 1: Les chemins pour durer - Elevage laitier du Ségala (Dedieu et al., non publié)

- **Être techniquement performant (niveau de production par VL)** (*Peu de modification surfaces, spécialisation rapide en début de trajectoire, conjoint travaille à l'extérieur ou pas*). Certains éleveurs évoluent vers des raisonnements gestionnaires avec le temps.
- **Être « gros » en lait** (*Agrandissement (par agglomération) des surfaces ; augmentation des quotas, du cheptel ; tendance à la spécialisation ou tendu vers l'idée de la spécialisation laitière, (même si lors de certaines phases, il peut y avoir plusieurs activités agricoles)*).
- **Avoir un gros troupeau laitier mais également une autre activité herbivore qui fait «tampon» en cas de coup dur.** (*Agrandissement ou gros au départ, plusieurs activités en parallèle mais lait dominant ; ambition technique lait puis « préoccupation gestionnaire »*)
- **Diversifié « entrepreneur » : être gros avec plusieurs activités d'égale importance.** (*« Faire des affaires », pas forcément faire au mieux, avec plusieurs fers au feu et chacun significatif*).
- **Diversifié « sur opportunités locales »** (*Petites structures, essais de diversification ou de cueillette, de la souplesse dans la conduite du troupeau laitier, sans grande ambition quant au niveau de production laitière*)

Chaque chemin génère des tensions qui influent sur la résistance aux aléas des systèmes, et sur la façon dont l'exploitation reçoit les injonctions au changement (filières, PAC, enjeux environnementaux). Nous abordons dans la partie suivante la question de la résistance aux aléas, via le concept de flexibilité.

Explorer la flexibilité opérationnelle des systèmes d'élevage

La flexibilité est un concept des sciences de gestion et de l'économie industrielle. Elle renvoie à l'image « du roseau qui plie mais ne rompt pas » (La Fontaine). Une littérature abondante détaille l'utilité de ce concept qui ambitionne de rendre compte d'une propriété essentielle d'un système complexe adaptatif soumis à des perturbations. Nous rappelons ici deux définitions de la flexibilité :

- « Aptitude à s'accommoder aux circonstances, à absorber des changements, une habilité à préserver et créer des options, à apprendre » (Chia et Marchenay 2008). Cette définition ouvre sur la question de l'accroissement des sources de flexibilité et de l'apprentissage.

- « Des procédures qui permettent d'accroître la capacité de contrôle sur l'environnement, de diminuer la sensibilité du système à son environnement » (Astigarraga et al. 2008). Cette définition amène à considérer le degré de pro-activité du système information – décision pour anticiper et réagir à l'occurrence d'aléas. Ces auteurs précisent en outre que la flexibilité est une propriété qui dépend du contexte (les aléas pris en compte) et des buts recherchés.

Nous nous intéressons plus particulièrement ici à l'étude des sources de la flexibilité *opérationnelle*, celle qui renvoie, dans le domaine agricole, aux leviers permettant à un système de faire face aux aléas climatiques ou de prix. Tarondeau (1999) identifie deux familles de sources : internes (relatives au système de production) et externes (en lien avec les réseaux socioéconomiques). Les sources internes sont déclinées en flexibilité inputs, processus, produits (encadré 2)

Encadré 2. Les sources internes de la flexibilité : illustrations en élevage d'herbivores (domaines technique et travail)

- **Inputs** : des spécifications produits et processus révisables (par exemple : *règles d'ajustement de la voie femelle en bovin viande, du choix de la date de sevrage, d'ajustement de la durée des sessions de reproduction ; d'ajustement de la répartition du travail et du contenu des tâches entre la semaine et le weekend*)

- **Des processus** avec des ressources potentiellement utiles, pas trop spécialisées (par exemple *cultures de céréales autoconsommées ou vendues selon l'état des stocks ; un chargement faible pour limiter l'impact d'aléas climatiques ; préparation de pâtures de « soudure » pour passer des périodes difficiles (mise à l'herbe, attente des pluies d'automne) ; polyvalence des travailleurs ; des formes d'organisation du travail stables y compris en période de pointe*)

- **Des produits diversifiés** (*types de produits animaux et périodes de vente*)

Etudier la flexibilité opérationnelle permet ainsi de mettre en regard les tensions et les sources principales de souplesse dans le fonctionnement des systèmes d'élevage. Nous illustrons dans l'encadré 3 les interactions entre une typologie des chemins pour durer en élevage bovin viande de Bourgogne (cf. tableau 1) et les sources de flexibilités interne et externe des systèmes d'élevage (positive ou négative = tensions). Cet encadré montre bien qu'à chaque type de système sont associés des sources et des niveaux de flexibilité très variables, sans solutions totalement positives. Le système très intensif avec production de taurillons de 18 mois, *a priori* très sensible aux aléas a une réelle capacité à résister qui vient du fait qu'il est soutenu par une organisation collective (groupement de producteurs) en cas de coup dur. Le système très autonome est *a priori* très résistant aux aléas climatiques et de prix. Mais le principe d'autonomie ne s'applique pas qu'au système fourrager. Il induit une fragilité vis-à-vis du travail, si l'un des permanents fait défaut.

Encadré 3 : Flexibilité opérationnelle de systèmes d'élevage Bourguignon, selon les chemins pour tenir sur le long terme (Ingrand et al. 2007). Les aléas considérés : baisse du prix de bovins, sécheresse.

<p>- Type 1 : Maîtrise technique par optimisation + investissement dans le collectif (aval) <u>Caractéristiques des exploitations</u> : production de taurillons 18 mois ; chargement élevé (supérieur à 1,8 UGB / ha SFP) ; vêlages précoces ; vente en groupement ; petites surfaces <u>Tensions et souplesses (flexibilité + ou -)</u> : un seul produit et un chargement élevé <i>flex tech-éco interne</i> -- ; vente en groupement, qui aide en période difficile (par exemple achats groupés de fourrages en cas de sécheresse) <i>flex tech – éco externe</i> ++ ; petit surface en couple <i>flex travail</i> +.</p> <p>- Type 2 : S'agrandir <u>Caractéristiques des exploitations</u> : grandes surfaces, production de broutards, un peu de finition selon l'année, chargement moyen <u>Tensions et souplesses (flexibilité + ou -)</u> : un produit dominant mais jeu sur la voie femelle (engraissement ou non), chargement <i>flex tech éco interne</i> +. Charges de travail élevées <i>flex travail</i> --</p> <p>- Type 3 : Garder de la souplesse, de l'autonomie <u>Caractéristiques des exploitations</u> chargement faible (< 1, 2 UGB / ha), beaucoup d'acheteurs d'animaux (maquignons), plusieurs produits animaux (bœufs maigres, gras, broutard plus ou moins repoussés), avec une répartition variable selon les années. Taille moyenne à grande. Principe d'autonomie sur tous les plans. <u>Tensions et souplesses (flexibilité + ou -)</u> : chargement faible, plusieurs produits : <i>flex tech éco interne</i> ++, plusieurs acheteurs <i>flex tech – éco externe</i> ++ ; autonomie très forte dans le travail <i>flex travail</i> -</p> <p>- Type 4 : Diversifier <u>Caractéristiques des exploitations</u> : le dimensionnement de l'activité bovine peut varier ; produits bovins changeants d'une année à l'autre, chargement et surfaces intermédiaires <u>Tensions et souplesses (flexibilité + ou -)</u> : ajustement des produits selon les cours et les stocks, chargement <i>flex tech-écon interne</i> +, concurrence entre activités pour le travail <i>flex travail</i> -</p>
--

La flexibilité (interne) « processus de production »

Tout en considérant l'ensemble des sources de flexibilité opérationnelle d'un système, les recherches techniques s'intéressent plus particulièrement la flexibilité interne « processus de production ». De nombreux travaux explorent ainsi les « propriétés régulatrices » (Santucci 1991) du fonctionnement des systèmes d'élevage dans des situations marquées par des aléas. Ces « régulations », terme du vocabulaire systémique, expriment comment les interactions entre éléments d'un système amènent celui-ci à avoir un comportement d'ensemble différent de la somme des comportements des individus qui le composent (Dedieu et al. 2008b). Prenons un exemple concret : quelles sont les conséquences d'une baisse d'un niveau de fertilité de – 15 % appliqué à chaque session de reproduction pour un troupeau ovin conduit en 3 agnelages en 2 ans ? Induit-elle au final une baisse bien supérieure de productivité numérique *annuelle* du troupeau, comme on pourrait s'y attendre compte tenu du rythme de reproduction recherché (les brebis doivent se reproduire tous les 8 mois) ? La réponse telle que proposée par la simulation informatique est : non, la baisse est de 13 – 14 %, en tout cas dans les conditions où les règles de conduite du troupeau sont celles préconisées par l'INRA (changement de lot systématique des brebis infertiles, réforme au bout du 3^{ème} échec de reproduction) (Cournut et Dedieu 2004).

D'une façon générale, les propriétés régulatrices de « systèmes biologiques pilotés » comme le troupeau s'appuient sur deux ensembles de phénomènes combinés :

- *les plasticités biologiques* comme la capacité des femelles à mobiliser et reconstituer leurs réserves corporelles et à arbitrer, à court et moyen terme, entre fonction de reproduction et préservation de l'intégrité (Blanc et al. 2004),

- *l'organisation de la production animale*, c'est-à-dire un ensemble de décisions de renouvellement / réforme, et *de gestion de la diversité* : allotement et gestion de ces lots (reproduction, alimentation, mise en marché...) incluant des mouvements d'animaux entre lots en cas de nécessité (Ingrand et al. 1993).

La complexité des phénomènes mis en jeu, leur nature (décisionnelles, biologiques) et les interactions rendent nécessaire le recours à la modélisation i) pour rendre compte des régulations en jeu et ii) pour estimer les implications sur la production de diverses combinaisons impliquant aléas et ajustement des règles de conduite. Pour reprendre l'exemple de la baisse de fertilité appliqué au troupeau ovin présentée ci dessus, les phénomènes concernés mettent en jeu :

- l'augmentation des flux de brebis infertiles passant d'un lot de reproduction à un autre. Ces flux modifient (augmentent) les effectifs présentés aux béliers à chaque session de lutte ;
- l'augmentation du renouvellement (entrées – sorties) du fait des règles de réforme pour infertilité. Le rajeunissement de la structure démographique du troupeau influe positivement sur les performances ;
- l'accroissement de la diversité des trajectoires productives (Tichit et al. 2004) avec plus de trajectoires de brebis comprenant des épisodes d'infertilité. Ces épisodes sont finalement favorables à la prolificité dans la mesure où ces brebis sont moins épuisées biologiquement par des gestations rapprochées qui s'accumulent.

La flexibilité des processus de production ne relève pas que du domaine technique de l'élaboration de la production mais également de l'organisation du travail et de ses implications sur les marges de manœuvre en temps de travail. Ce thème que nous ne détaillerons pas ici (voir Madelrieux et Dedieu 2008) a été abordé notamment au travers des études mobilisant i) la méthode Bilan Travail avec l'estimation du temps restant disponible pour l'éleveur (= sa marge de manœuvre en temps) une fois sa part de travail d'astreinte, de saison effectué et une fois rendu l'entraide reçue, ii) le modèle Atelage, avec l'analyse des régulations des formes quotidiennes d'organisation du travail tout au long de la campagne agricole.

Conclusion

L'incertitude croissante sur les conditions de l'avenir et la recherche de systèmes qui « font avec » les aléas plutôt que de chercher à les gommer, implique d'accorder une grande attention aux capacités d'adaptation des systèmes d'élevage. Et, en corollaire, à des échelles de temps (moyen et long terme) qui permettent de prendre en compte les perturbations auxquels ils sont soumis. Les recherches rapidement balayées dans cet article ne prétendent pas couvrir le vaste champ des recherches sur l'adaptation des systèmes d'élevage ni proposer des résultats clés en main utilisables en l'état dans le cadre du conseil. Cependant ils veulent témoigner d'un axe de travail qui tend à se développer en France comme Europe, alors que les recherches sur les systèmes en situation d'aléas étaient auparavant surtout nourries d'études de cas dans les pays du Sud ne disposant ni d'un climat tempéré, ni d'une politique agricole commune protectrice.

Au final, la résistance aux aléas, aux chocs, l'aptitude à saisir de nouvelles opportunités pour reconfigurer un système s'appuie sur des énoncés simples (Darnhofer et al. 2008):

- Préserver et renouveler la diversité des activités, des ressources, des trajectoires productives animales et même des normes sociales de l'élevage qui convient
- Rechercher une flexibilité multi-sources (interne et externe)
- Développer une capacité d'apprentissage, permettant l'accumulation et la mobilisation des expériences passées au service des décisions pour le futur.

Références bibliographiques

- Astigarraga L., Chia E., Ingrand S. 2008. Production flexibility in extensive beef farming systems in the Limousin region. In Dedieu B., Zasser – Bedoya S. (Eds.). Proceedings of the 8th European IFSA Symposium : Empowerment of the rural actors : a renewal of farming systems perspectives. 6 – 10 July 2008, Clermont Fd (France) CD Rom, 385 – 402
- Blanc F, Bocquier F., Debus N., Agabriel J., Dhour P., Chilliard Y. 2004. La pérennité et la durabilité des élevages de ruminants dépendant des capacités adaptatives des femelles. *Inra Productions Animales*, 17(4), 287-302
- Chia E., Marchenay M. 2008. Un regard des sciences de gestions sur la flexibilité : enjeux et perspectives. In Dedieu B. et al. (Eds) « L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores ». Ed. Quae, 23 - 36.
- Cournut S., Dedieu B. 2004. A discrete event simulation of flock dynamics: a management application to three lambings in two years. *Anim. Research*. 53, 383 – 403.
- Cyrulnick B. 2001. Les vilains petits canards. Ed Odile Jacob. Paris
- Darnhofer I., Bellon S., Dedieu B., Milestad R. 2008. Adaptive farming systems : a position paper. In Dedieu B., Zasser – Bedoya S. (Eds.). 2008. Proceedings of the 8th European IFSA Symposium : Empowerment of the rural actors : a renewal of farming systems perspectives. 6 – 10 July 2008, Clermont Fd (France) CD Rom, 339 – 351.
- Dedieu B., Chia E., Leclerc B., Moulin C.H., Tichit M. (Eds). 2008a. L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores . Ed. Quae, Collection Sciences&Technologie Update, 294 p.
- Dedieu B., Faverdin P., Dourmad J.Y., Gibon A. 2008b. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 21(1), 45 – 58.
- Dedieu B., Zasser – Bedoya S. (Eds.). 2008. Proceedings of the 8th European IFSA Symposium : Empowerment of the rural actors : a renewal of farming systems perspectives. 6 – 10 July 2008. CD Rom, 1041 pages.
- Holling, C. S. 2001. « Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. » *Ecosystems* 4: 390-405.
- Ingrand S., Bardey H., Brossier J., Dedieu B.(coll), Degrange B.(coll.), Lemery B. (coll.), Pasdermajian P. (coll). 2007. Flexibility of suckler cattle farms in the face of uncertainty within beef industry : a proposed definition and an illustration. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 13(1), 39-48.
- Ingrand S., Dedieu B., Chassaing C., Josien E. 1993. Etude des pratiques d'allotement dans les exploitations d'élevage. Proposition d'une méthode et illustration en élevage bovin extensif Limousin. *INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dev.*, 27 : 52-72.
- Lev L., Campbell D. 1987. The temporal dimension in Farming systems research : the importance of maintaining flexibility under conditions of uncertainties. *Journal of Rural Studies*, 3(2), 123-132.
- Lemery, B., Ingrand S., Dedieu B., Degrange B. 2005. "Agir en situation d'incertitude : le cas des éleveurs bovins allaitants." *Economie Rurale*, 288: 57 - 69.
- Madelrieux S., Dedieu, B. 2008. Qualification and assessment of work organisation in livestock farms. *Animal*, 2:3, 435-447.
- Mignon, S. 2001. Stratégie de pérennité d'entreprise. Ed. Vuilbert, Paris.
- Milestad, R., Darnhofer I. 2003. Building farm resilience: the prospects and challenges of organic farming. *Journal of Sustainable Agriculture* 22(3) : 81-97.
- Moulin CH, Ingrand S., Lasseur J., Madelrieux S., Napoléone M., Pluvinage J., Thénard V. 2008. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations : propositions méthodologiques. In Dedieu B. et al. (Eds) « L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores ». Ed. Quae, 181-196.
- Santucci P.M. 1991. Le troupeau et ses propriétés régulatrices, bases de l'élevage extensif. Thèse de doctorat Université Montpellier II, 85 p.
- Tarondeau J.C. 1999. La flexibilité dans les entreprises. Que sais-je ? PUF, 126 p.
- Tichit M., Ingrand S., Moulin C.H., Cournut S., Lasseur J., Dedieu B. 2004. Analyser la diversité des trajectoires productives des femelles reproductrices : intérêts pour modéliser le fonctionnement du troupeau en élevage allaitant. *Inra Prod. Anim.*, 17 (2), 123-132.