

## Article

# L'apport de la gestion de production aux sciences agronomiques. Le cas des ressources fourragères

François-Christophe Coléno<sup>a</sup>, Michel Duru<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Science de gestion, INRA, UMR SADAPT, Site de Grignon, BP 01, 78850 Thiverval-Grignon, France

<sup>b</sup> Agronomie, INRA, UMR Arche, BP 52627, 31326 Auzeville cedex, France

Face à une complexité croissante de la gestion des exploitations agricoles, notamment due à l'augmentation des fonctions qu'elles doivent remplir, l'idée est d'utiliser les concepts issus de la gestion de production industrielle. Pour passer de l'étude des fonctionnements des agrosystèmes au niveau de la parcelle à une étude du fonctionnement des systèmes de production agricole, la suggestion est d'introduire les concepts d'atelier de production, de planification, de pilotage, de gestion de flux. Le propos des auteurs développe ces différents concepts et explore les difficultés et les apports du croisement entre deux champs disciplinaires.

La Rédaction

### Mots-clés :

gestion ;  
agronomie ;  
utilisation  
du territoire ;  
pâturage ;  
prairie

**Résumé** – Le niveau d'intégration des connaissances des sciences biotechniques (agronomie et zootechnie) ne leur permet pas de définir seules les nouvelles façons de produire imposées par la redéfinition des fonctions de l'agriculture. À partir de la gestion des ressources fourragères, nous montrons l'intérêt des concepts de la gestion de production (gestion de flux, planification et pilotage) pour organiser et orienter la production de connaissances et d'outils devant accompagner ce changement de fonction. Nous proposons ainsi un modèle générique de la gestion des surfaces fourragères qui prend en compte les caractéristiques des surfaces et les objectifs environnementaux. Ce modèle est illustré sur deux exemples de systèmes herbagers en transformation. Nous terminons en montrant comment ces analyses peuvent être mobilisées pour guider les agronomes, tant pour les connaissances à produire sur le fonctionnement de la végétation que pour l'élaboration de modèles de gestion des ressources fourragères.

### Keywords:

management science;  
agronomy;  
spatial use;  
grazing

**Abstract** – **Contribution of production management science to the study of technical production systems in agriculture. The case of forage resources management.** The financial aids to agriculture to maintain landscapes or to encourage quality labels approaches lead to reappraising management practices at the field and farm levels even when such aids are uncertain. In such situations the biotechnical (agronomy and animal) and ecological sciences are unable to define these new management practices on their own, especially as their knowledge is not produced at the scale on which technical decisions are elaborated. We show how concepts coming from production management science can be used to organise and steer the production of biotechnical knowledge in order to design appropriate coaching tools to guide the transformation of agricultural activities. Taking the case of land use in grazing systems, we show the value of using management science concepts such as flow management, planning and monitoring adapted to agricultural specificities, to develop frameworks for analysing farm production activities. We then propose a conceptual model of forage production practices that takes into account both the characterisation of land resources and production and sustainability aims. As an illustration we present two different livestock production systems where reorganisation is needed for a variety of reasons: production cost reduction, quality labels or land sustainability aims. We show how this framework may be used to drive research in grassland science in order to build relevant decision tools for forage management.

Auteur correspondant : F.C. Coléno, coleno@grignon.inra.fr

## Introduction

La fonction des sciences biotechniques, agronomie et zootechnie principalement, a été de fournir des bases scientifiques pour contribuer à des innovations cohérentes avec les grandes missions assignées à l'agriculture : autosuffisance alimentaire après la Seconde Guerre mondiale, production de produits de qualité et préservation de l'environnement aujourd'hui. Ce nouveau contexte génère deux types de questions, pour lesquelles est attendue de la recherche l'élaboration d'outils capables d'aider les acteurs à anticiper et à accompagner les transformations des systèmes de production agricoles<sup>1</sup>. Dans des situations bénéficiant d'un environnement économique stable, il s'agit de rechercher des modes d'utilisation des ressources plus efficaces (réduction des charges, simplification du travail, limitation des effets des aléas climatiques, par exemple). Dans des situations au contexte plus incertain ou changeant, il s'agit de concevoir et d'évaluer de nouvelles façons de produire ; ces changements étant susceptibles de conduire à la reconfiguration des systèmes de production pour la production de biens mais aussi de services (Hervieu, 2002). Dans ces situations, il s'agit tout autant d'envisager des transformations de l'organisation des systèmes de production que de rechercher les solutions techniques permettant de satisfaire à tel ou tel cahier des charges sur le produit commercialisé ou le milieu. Cette orientation de la recherche est observée dans le monde de l'entreprise tant industrielle (Aggeri, 2002) qu'agricole (Walker, 2002).

Nous nous limitons ici à la composante technique des systèmes de production agricoles, définie comme une représentation de l'ensemble organisé de lois, de règles et de choix qui sont impliqués dans la constitution et le fonctionnement du système de production (Osty *et al.*, 1998). Les modèles biotechniques, en simulant les effets combinés de plusieurs interventions techniques sur l'état du milieu ou les performances d'une culture (Cox, 1996 ; Van Ittersum et Donatelli, 2003), permettent de répondre à des questions du type « Que se passe-t-il si ? ». Toutefois, les évaluations permises *ex ante* par ces modèles d'intégration de connaissances ne suffisent pas pour analyser la conception de modes de conduite adaptés à différents contextes de production (milieu biophysique, réglementations...), car, conçus à l'échelle de la parcelle, ils ne permettent pas à eux seuls de répondre aux questions

que se posent les agriculteurs ou leurs conseillers (la sole, le lot d'animaux...).

L'analyse de la conception des modes de conduite suppose de considérer leur organisation comme objet de recherche. En effet, si on peut construire des relations génériques entre processus (élaboration du rendement) et variables (intrants, milieu), les modes d'organisation sont le plus souvent contingents à un contexte local. Ils dépendent des spécificités des systèmes de production (caractéristiques de structure...) et des critères de performances qui souvent leur sont propres. La recherche de généricité conduit à repérer les entités gérées par les agriculteurs et à produire des connaissances à ce niveau, le plus souvent englobant la parcelle. C'est pourquoi la conception de conduites techniques nécessite d'identifier des objectifs et des contraintes au niveau du système de production ou de sous-ensembles pertinents du point de vue de l'agriculteur (Coléno et Duru, 1998). En d'autres termes, traiter des questions d'organisation nécessite de privilégier d'autres concepts que ceux liés aux processus biophysiques ou écologiques rendant compte de l'élaboration des produits.

À la fin des années 1980, un courant de recherche s'est affirmé en proposant une analyse des processus de décision des agriculteurs basée sur les travaux de Simon (Sebillotte et Soler, 1990). Les agronomes ont proposé la construction d'outils pour l'aide à la décision technique. Le modèle retenu est basé sur le fait que l'agriculteur planifie certaines de ses actions, et ce d'autant plus facilement que les décisions à prendre présentent un caractère récurrent permettant un apprentissage et la conception de procédures de routine. Cette hypothèse a été vérifiée pour plusieurs types de systèmes de production agricoles (Duru *et al.*, 1988). Si ce modèle s'est avéré pertinent pour modéliser la conduite de culture d'un ensemble de parcelles en situation homogène, il ne suffit pas pour traiter des interrelations entre différentes cultures (Papy, 2001) et des relations entre les moyens de production et les conduites de culture.

Nous pensons que les sciences de gestion, par les représentations de l'action organisée qu'elles proposent, ont récemment apporté un point de vue nouveau (Hatchuel, 2000), permettant de passer d'études du fonctionnement des agrosystèmes au niveau de la parcelle à des études sur le fonctionnement des systèmes de production.

Après avoir analysé, dans une première partie, en quoi les sciences de gestion renouvellent et enrichissent l'approche des systèmes techniques construite par les agronomes, nous en proposerons une représentation générique, que nous appliquerons à la gestion des ressources fourragères dans des exploitations d'élevage très différentes en termes d'intensification et d'utilisation du territoire.

<sup>1</sup> Cet article s'appuie sur plusieurs études interdisciplinaires portant sur la gestion des systèmes fourragers dans des contextes de production différents : élevages de plaine et de montagne, pour lesquels des réorganisations motivées par la réduction des coûts de production, la mise en place d'un cahier des charges, ou bien la recherche de moyens de pérenniser la ressource fourragère, sont en cours.

## Une représentation des systèmes techniques construite à partir de concepts de l'agronomie et de la gestion de production

### Les apports de la gestion de production à l'agronomie

L'activité agricole peut être définie comme la transformation de ressources en produits. Caractériser cette activité, anticiper et évaluer les adaptations qu'il est possible de faire dans le cadre de nouvelles réglementations revient à traiter de gestion de production (Giard, 1988), c'est-à-dire de la recherche d'une organisation efficace pour transformer en produits les ressources d'un système productif (équipements, hommes, matières, informations, surfaces) sous certaines contraintes, de type environnemental par exemple. Dans les exploitations d'élevage d'herbivores, s'agissant d'animaux alimentés à partir de prairies ou de cultures, une activité majeure consiste à transformer les ressources que nous qualifions de productives (les prairies, c'est-à-dire les végétations annuelles ou pérennes et les parcelles qui les supportent) en ressources « aliments ». Nous montrons ci-dessous en quoi les concepts d'atelier de production, de planification et de pilotage, ainsi que ceux attachés à la gestion des flux permettent de dépasser les limites d'une approche agronomique centrée sur l'effet des interventions techniques sur les états du milieu et l'élaboration d'une production végétale ou animale.

#### *L'organisation des activités en ateliers de production pour faire face à la complexité des modes de gestion*

Plusieurs études, basées sur l'analyse des pratiques des agriculteurs et des justificatifs qu'ils en donnent, ont montré que les entités gérées coïncident rarement avec la parcelle, objet privilégié par les agronomes (Aubry *et al.*, 1998). Dans les exploitations d'élevage, les entités sur lesquelles les éleveurs raisonnent leurs interventions correspondent à des regroupements de parcelles (Van Ittersum et Rabbinge, 1997), ou bien à des entités fonctionnelles non réductibles à une réalité spatiale ou temporelle (Coléno et Duru, 1998). Nous avons nommé ces entités fonctionnelles « ateliers de production » par analogie avec l'organisation d'un processus de fabrication industriel.

Cette notion d'atelier, usuelle dans l'industrie, correspond à une partie d'un processus de fabrication d'un produit pour lequel on connaît les ressources nécessaires, les spécificités du produit à fabriquer et les délais de production visés. Bien que conçue pour traiter de l'organisation de la grande entreprise, cette notion nous paraît aussi pertinente pour l'exploitation agricole, souvent de petite

taille et mono-acteur. En effet, une structuration d'entreprise en ateliers correspond à un mode d'organisation permettant de coordonner et de mettre en œuvre les activités diversifiées nécessaires à l'élaboration d'un produit. Le nombre et la nature de ces découpages dépendront largement des contraintes portant sur les moyens de production. Une telle structuration revient à décomposer le système de production en sous-systèmes (les ateliers de production) qui n'ont entre eux que des interactions faibles et sont donc quasi indépendants au quotidien, alors qu'à long terme le comportement de chacun des composants n'est affecté par le comportement des autres que de façon agrégée (Roy, 2000). Cette notion permet de réduire la complexité des systèmes de production en opérant une agrégation autour des produits, ce qui réduit le nombre de variables et de contraintes à prendre en compte (Fontan *et al.*, 1997).

Ce concept d'agrégation des activités, raisonné en fonction des biens ou des services à produire, nous semble particulièrement adapté pour représenter l'organisation d'un système de production agricole, tel que le système fourrager, qui transforme des végétations prairiales ou pastorales en ressources alimentaires, voire en services environnementaux (entretien des milieux, maintien de la biodiversité. . .) (Tichit *et al.*, 2002). Les ateliers correspondent alors aux tâches et aux savoir-faire concourant à l'élaboration d'un ou de plusieurs aliments ou services. À un atelier est donc associée le plus souvent une fonction, par exemple « produire du pâturage de printemps et d'automne ». Toutefois, au sein d'un même atelier, plusieurs fonctions peuvent être visées : contrôler la densité de population de certaines espèces végétales tout en produisant du pâturage de printemps, par exemple (Dedieu *et al.*, 2002).

Cette approche consiste à passer d'une vision d'un système fourrager :

- centrée sur la production d'herbe ou de fourrages à une vision élargie à leur utilisation par des herbivores, c'est-à-dire à la fabrication d'une ressource (Duru et Hubert, 2003) ;
- limitée à l'étude des processus de fabrication d'une ressource alimentaire à la prise en compte des facteurs régissant l'allocation des ressources productives ;
- produisant des aliments à un système assurant aussi la maîtrise et le renouvellement des caractéristiques des végétations sur le temps long (Landais et Deffontaines, 1988).

Une telle représentation permet de faire le lien entre les ressources productives et les processus de production définis comme l'ensemble des interventions (défoliation, fertilisation) mises en œuvre sur les parcelles. Ce niveau d'appréhension permet d'évaluer l'effet des conduites techniques sur les performances de l'atelier, notamment en prenant en compte les discontinuités dans les réponses

et les effets de seuil, dans la mesure où la quantité d'une ressource alimentaire donnée dépend à la fois de sa production par unité de surface et de la surface allouée. Ainsi, pour alimenter des herbivores au pâturage, une réduction de production de biomasse, due à une diminution d'intrants, n'est pas automatiquement compensable par une augmentation des surfaces allouées, puisque les quantités ingérées dépendront des quantités d'herbe offertes et résiduelles à l'échelle de la parcelle (Peyraud et Gonzalez-Rodriguez, 2000).

Cette représentation permet aussi d'identifier des questions de nature différente pour mieux appréhender l'organisation des systèmes techniques et les éléments de ce système à considérer lorsque des changements sont en jeu. On peut ainsi distinguer des questions qui touchent à la planification, au pilotage ou à la conduite d'ateliers.

La configuration du système technique relève de la gestion stratégique lorsqu'il s'agit de définir les ateliers de production qui le constituent, mais aussi d'acquérir des ressources de production (achat ou location de parcelles) ou de fixer des objectifs de modification des caractéristiques des parcelles (Girard *et al.*, 2001). Les questions relevant de la planification de campagne concernent le dimensionnement des ateliers. Cette planification porte sur l'allocation des parcelles aux différentes productions (maïs, prairies...), aux différents lots d'animaux, mais aussi sur la définition des règles qui, en cours de campagne, permettront de modifier ces allocations.

D'autres questions concernant le pilotage de la production sont relatives à la coordination d'ateliers, ou bien à la modification à long terme de l'allocation de parcelles à un atelier. Dans le premier cas, il s'agit d'ajustements prévus pour faire face aux variations climatiques au sein d'une campagne : jouer sur les surfaces allouées ou bien sur la gestion des stocks de fourrages conservés. Dans le second cas, l'origine provient d'un plan non réalisable. Il peut, par exemple, s'agir du changement d'usage d'une parcelle du fait que sa végétation n'est pas adaptée à l'usage prévu. Cette représentation met donc aussi l'accent sur les arbitrages réalisés entre ateliers concurrents pour l'utilisation des ressources, en vue de satisfaire au mieux les performances visées pour l'ensemble des ateliers. Ce niveau de satisfaction permet d'évaluer les marges dont disposent les éleveurs pour le pilotage de leurs ateliers en fonction de leurs projets et du contexte technique et économique (Hacker et Richmond, 1994).

La conduite d'atelier concerne l'activité d'ordonnement, c'est-à-dire l'ordre des interventions pour gagner du temps lors d'un processus de production (par exemple, commencer à faucher les parcelles pour lesquelles la végétation sèche plus vite de façon à terminer le chantier plus tôt), mais aussi les modalités d'intervention : temps écoulé entre deux défoliations, moment et quantité de fertilisants apportés. C'est ce niveau d'investissement qu'ont privilégié les agronomes s'intéressant aux

systèmes pâturés. La prise en compte du dimensionnement et des coordinations nécessite d'initier des collaborations avec d'autres disciplines.

#### *La catégorisation des modes de gestion des stocks pour qualifier différentes logiques de conduite du pâturage*

Dans l'industrie, il est commun de distinguer la production en flux poussés (anticiper la demande par une programmation prévisionnelle) d'une gestion en flux tirés pour laquelle la production est déclenchée par la demande (Béranger, 1995). Pour de nombreux processus industriels, l'organisation a été repensée de façon à réduire les délais entre la fabrication et la vente du produit, la fabrication étant alors pilotée par les commandes dans une gestion en flux tirés. Par ailleurs, la recherche de réduction des coûts de production a conduit à réduire les stocks intermédiaires de matière. Ce choix s'est traduit par des modes de gestion de production en flux tendus (Germain et Dröge, 1997).

Pour les systèmes d'élevage, l'alimentation des herbivores, en quasi-totalité autoproduite, consiste à choisir le niveau et le degré de tension entre deux flux, l'un de production d'une ressource, l'autre de sa consommation (Duru et Hubert, 2003). Pour les fourrages conservés, le délai entre la production et l'utilisation peut atteindre plusieurs mois. La production correspond donc à une anticipation de la consommation à cette échelle de temps. La gestion de tels flux obéit du coup aux mêmes règles que les flux poussés en gestion de production. Les modes de conduite possibles sont bien identifiés et peuvent être assez normatifs.

Pour le pâturage, le degré de dissociation entre les deux flux correspond à un choix de conduite (Duru *et al.*, 2002). Toute une gamme de conduites est possible, correspondant à différents compromis entre des ressources disponibles et/ou nécessaires et des objectifs techniques. Cependant, le choix d'un mode de conduite est complexe, car les flux de production et d'utilisation sont interdépendants : le niveau de l'un influe sur le niveau de l'autre par des mécanismes maintenant bien connus (Parsons *et al.*, 2000) : effet à court terme du prélèvement sur le niveau de l'offre ultérieure, ou bien effet des caractéristiques de la végétation offerte sur les quantités ingérées. Le pâturage peut correspondre à des situations où le prélèvement par les animaux suit de près la croissance de l'herbe (pâturage continu intensif) et d'autres où l'utilisation est différée (report sur pied). La première modalité se rapproche des modes de gestion en flux tirés du type juste à temps (Béranger, 1995). La seconde s'apparente à une gestion en flux poussés. Les recherches conduites au niveau des systèmes de production ont montré l'intérêt de modes de conduites sub-optimaux du point de vue agronomique mais pouvant être intéressants au regard

de critères économiques ou relatifs à l'organisation du travail (Duru *et al.*, 2002). Dimensionner un atelier de pâturage suppose donc de décider du type de gestion des flux.

### Une représentation générique de la gestion des surfaces fourragères pour fabriquer des ressources alimentaires

Nous caractérisons tout d'abord les spécificités des exploitations d'élevage à considérer pour mobiliser les concepts présentés ci-dessus, puis nous proposons une représentation générique de la transformation de ressources productives en ressources alimentaires et/ou environnementales.

#### Spécificité de l'exploitation d'élevage

Le fait que les éleveurs n'expriment pas spontanément les raisons de leur choix rend difficile la distinction entre les fonctions de conception et d'exécution (Darré, 1985). En outre, les étapes d'un processus de production ne sont pas toujours clairement identifiées : les procédures ne sont pas écrites et un changement d'étape du processus n'induit pas un changement d'opérateur. C'est une des raisons pour lesquelles les conduites techniques sont plus souvent décrites par la nature des interventions (modes d'exploitation, distribution d'aliments...) que par les critères considérés pour les mettre en œuvre. Dans ce cas, il n'est pas possible de savoir si ce sont les moments de mise en œuvre des interventions techniques ou les critères de mise en œuvre autres que le temps qui sont structurants pour représenter les phases-clés d'élaboration d'un produit. Une telle représentation éviterait de fragmenter les activités sur des bases non fonctionnelles, ou au contraire de considérer l'ensemble comme un tout indissociable. En outre, la concentration des décisions en une seule main, les fortes interactions existant entre les processus, ainsi que les différentes fonctions que peut remplir une même intervention entraînent souvent une représentation du système technique peu structurée ou partielle, peu propice à l'explicitation des changements nécessaires et possibles pour s'adapter à de nouveaux contextes.

Le cadre à construire doit donc permettre de situer les contraintes d'intervention découlant des caractéristiques recherchées au niveau des états de végétation ou des performances zootechniques, et les contraintes d'organisation propres à tel ou tel système de production découlant des ressources disponibles, surfaces mais aussi main-d'œuvre.

Une deuxième spécificité des exploitations d'élevage est que, lorsque l'alimentation se fait à partir de couverts pérennes, les pratiques de pâturage ont comme fonction

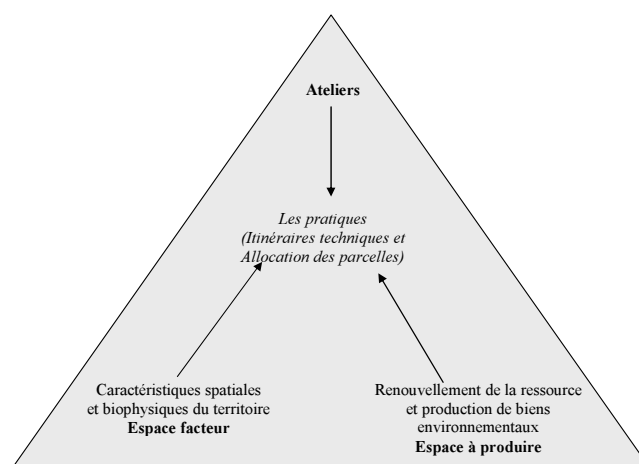


Fig. 1. Les pratiques (itinéraires techniques réalisés, ressources allouées) comme résultant de compromis entre les objectifs de production et les caractéristiques du territoire.

de nourrir les herbivores (constituer une ration), de maintenir les capacités productives des prairies sur le moyen terme, par exemple par le contrôle de la densité de population ou de la morphologie de certaines espèces prairiales (Olson et Lacey, 1994), mais aussi de produire un espace répondant à des caractéristiques environnementales recherchées.

#### Un modèle d'allocation et de conduite des surfaces

Les pratiques observées, qu'elles correspondent à l'allocation des surfaces ou aux itinéraires techniques, peuvent s'analyser comme la résultante d'un compromis entre :

- des objectifs de production de ressources fourragères au niveau des ateliers de production ;
- des objectifs concernant la composition des prairies au niveau des parcelles de l'exploitation : espace à produire. Il s'agit du maintien ou du changement des types fonctionnels d'espèces (Ansquer *et al.*, 2004) ou de l'abondance d'espèces cibles (Magda *et al.*, 2005) pour répondre aux besoins alimentaires du troupeau ou réaliser des services environnementaux (mesures Natura 2000 ou de protection de la faune ou de la flore) ;
- les caractéristiques topologiques et topographiques des parcelles de l'exploitation, comme l'éloignement, l'orientation ou la pente (Andrieu *et al.*, 2004), ainsi que des types de végétation qui déterminent la valeur d'usage (Cruz *et al.*, 2002) des prairies naturelles : espace facteur (Fig. 1).

Ces trois composantes du modèle, considérées ensemble, permettent de rendre compte de l'allocation des parcelles, en distinguant les cas où une même parcelle est affectée à plusieurs usages de ceux où un même usage

peut mobiliser plusieurs parcelles. Cette représentation permet aussi d'identifier plusieurs logiques de production. L'affectation des parcelles aux ateliers, comme le choix des itinéraires techniques, peuvent être « tirés » par l'alimentation des animaux (adapter les ressources aux besoins des animaux), la maintenance des caractéristiques de la végétation (conserver les états de végétation ou produire un service environnemental), ou être très dépendants de la configuration du territoire de l'exploitation (valoriser un espace diversifié, s'adapter à une ressource rare : par exemple, surfaces peu pentues pour constituer des stocks, surface pâturable à proximité de l'étable pour assurer la transition alimentaire en début de printemps. . .).

### **Diversité de la gestion des surfaces dans différents systèmes d'élevage**

La figure présentée ici, illustrée par deux exemples, montre comment mobiliser les différents apports issus de la gestion de production. L'un concerne des systèmes d'élevage bovins laitiers où l'alimentation est basée sur l'ensilage de maïs et sur des prairies temporaires mono-ou bispécifiques, pour lesquelles on peut considérer qu'il n'y a pas ou peu d'enjeu quant à leur pérennité. Le deuxième se singularise par le fait que les troupeaux n'utilisent que des prairies naturelles qui se différencient les unes des autres par les types de végétation dominants (définis par types fonctionnels d'espèces) et/ou des espèces singulières (espèces indésirables, par exemple). Outre le fait que les effets des pratiques doivent être pris en compte au-delà de l'année, nous montrons que différents modes d'organisation sont possibles selon la manière dont est gérée cette diversité de parcelles et selon le degré d'anticipation considéré pour maîtriser les dynamiques de populations d'espèces indésirables.

Ces exemples nous permettent d'illustrer quelques grands types de modes d'organisation selon qu'il s'agit de concevoir l'utilisation d'un ensemble de parcelles homogènes ou de valoriser des milieux diversifiés. Ils sont issus d'enquêtes réalisées dans le Sud-Ouest (Coléno, 1999; Thénard *et al.*, 2004) pour l'exemple 1, dans les Pyrénées (Coléno *et al.*, à paraître) et le Massif central (Andrieu *et al.*, 2004) pour l'exemple 2.

### **Systèmes fourragers basés sur des parcelles homogènes, sans enjeu de pérennité des végétations**

Deux logiques de conduite du pâturage sont possibles selon les moyens et les objectifs de production, d'une part, l'adaptation aux réglementations, d'autre part. Elles se traduisent par une contribution différente du pâturage à l'alimentation. Pour l'une, le dimensionnement et la

conduite du pâturage sont régis par la recherche d'un niveau de performances élevé et par l'optimisation de l'utilisation des surfaces pâturées lorsque le quota de lait par hectare est important, laissant peu de place à l'herbe pâturée (Thébault *et al.*, 1998). La surface accessible au pâturage par les vaches adultes devant rentrer à l'étable chaque jour constitue donc une ressource rare. Dans la seconde logique, les objectifs éthiques ou relatifs à l'organisation du travail, de même que l'adoption de cahiers des charges (AOC), impliquent un changement des critères de performances (Thénard *et al.*, 2004). Il ne s'agit plus de maximiser la productivité des surfaces (production de fourrage ou de lait par hectare), mais d'accorder une plus grande place au pâturage pour alimenter les animaux. Cette évolution passe par la réduction de la quantité de stock récoltée (système « maxi-pâturage »), voire la suppression des ensilages, comme c'est le cas pour certaines AOC. Ce choix suppose que la surface par animal accessible au pâturage ne soit pas une ressource rare.

Dans tous ces systèmes d'élevage, on peut considérer que le troupeau « passe commande » de différents types d'aliments (Coléno, 1999). Un atelier de production correspond alors au processus de fabrication d'un type d'aliment. À un type de culture ou d'usage des prairies correspond une ressource aliment. Trois périodes d'alimentation peuvent être identifiées : (i) ensilage de maïs au cours de l'hiver ; (ii) pâturage au printemps ; (iii) ensilage d'herbe en été-automne, pouvant être complété par du pâturage à l'automne. Dans cet exemple, nous considérons que la part des surfaces allouées aux différents usages (pâturage *vs* ensilage) ou cultures (prairie *vs* maïs) n'est pas contrainte par les caractéristiques des surfaces (profondeur de sol, éloignement. . .). La différence entre les deux logiques consiste essentiellement en une plus grande place donnée au pâturage dans le second cas. Ceci se caractérise par une mise à l'herbe plus précoce au printemps, avec augmentation de la surface allouée et prolongation du pâturage en début d'été avec constitution de stocks d'herbe sur pied. Il s'ensuit une réduction des surfaces allouées aux ensilages de maïs et d'herbe (Duru *et al.*, 2002).

Dans la première logique, le pâturage est géré en flux tendus, ce qui conduit à l'ouverture du silo d'été dès que se manifeste un ralentissement de la croissance de l'herbe, puisqu'une telle conduite ne permet pas de disposer « d'avance sur pied ». L'ensilage, outre sa fonction de constitution des réserves, vise aussi à réguler les variations de disponibilités en herbe au pâturage en plein printemps (révision de l'arbitrage entre pâturage et ensilage), en vue d'optimiser l'efficacité de pâturage et la qualité de la ressource. Une variante possible pour simplifier l'organisation du travail, notamment si le parcelaire est dispersé, est de réaliser une gestion en flux moins

tendus, ce qui suppose de réduire le chargement (Duru *et al.*, 2000).

La deuxième logique se distingue surtout par une allocation de surfaces plus élevée, d'abord en fin d'hiver pour avancer la date de mise à l'herbe, puis en début d'été pour prolonger l'alimentation avec du pâturage. Dans ce cas, la fauche ou l'ensilage en fin de printemps servent à préparer la période de pâturage estival. Cette défoliation est pratiquée de manière séquentielle pour mettre à disposition des animaux des lots de parcelles à l'issue de 6 à 8 semaines de repousse. Cette option génère des pertes par sénescence plus importantes que dans le mode précédent, mais, si la qualité de l'herbe prélevée n'est pas un frein à la production zootechnique, une telle pratique est possible du fait que la surface n'est pas la ressource rare. En plein printemps, le pâturage reste géré en flux tendus. En outre, une intensité de pâturage plus élevée que l'optimum agronomique peut être visée pour ralentir la croissance de l'herbe pour les quelques semaines suivantes lorsque l'offre devient trop abondante.

Pour ces systèmes fourragers, on peut distinguer deux phases pour les prises de décision en situation de routine (Coléno, 1999). À l'automne, la phase de planification a pour but d'arrêter l'assolement en maïs et en céréales de vente, et de préaffecter les parcelles en herbe au pâturage et à l'ensilage. Au printemps, le pilotage consiste à arrêter la date de mise à l'herbe, à organiser la période de transition entre la distribution de maïs et le pâturage, et à réviser la préaffectation des parcelles. La coordination entre ateliers s'opère donc surtout à l'automne et au printemps. L'adaptation aux aléas est basée sur la variation *ex ante* des surfaces allouées (surface de provision, Coléno *et al.*, 2002) et *ex post* de l'utilisation des ressources alimentaires (report de stock de fourrages conservés).

Les deux logiques peuvent être explicitées en termes de dates-clés qui traduisent les différences de modes d'alimentation (Cros *et al.*, 2003). La première logique est très planifiée, alors que la seconde repose sur un pilotage en fonction d'états de l'herbe observés, pour favoriser le pâturage. Cette logique est néanmoins robuste du fait de la surface élevée allouée par animal. En été, au contraire, elle suppose une planification dès la période précédente. D'une manière générale, l'adaptation aux aléas repose sur des régulations biologiques plus que sur que des variations de surfaces.

### **Systèmes fourragers basés sur une diversité de parcelles avec enjeux de durabilité des végétations**

Les exploitations concernées par cette seconde situation sont majoritairement des exploitations extensives dont le territoire est moins regroupé et pour lesquelles l'alimentation repose uniquement sur l'utilisation de

l'herbe pâturée et fanée. Le parcellaire comprend des parcelles proches ou éloignées de l'exploitation, plus ou moins portantes et avec des types de végétation plus ou moins favorables à la production d'une ressource appétante, que ce soit en foin ou lors du pâturage (Theau et Gibon, 1999).

Dans de tels élevages, l'espace facteur, tel que nous l'avons défini, a un rôle très important pour le dimensionnement des ateliers. Ainsi, certaines parcelles ne peuvent être utilisées pour le pâturage des vaches en production, du fait de leur éloignement du siège de l'exploitation. A contrario, des parcelles présentant des caractéristiques favorables à une utilisation précise, du fait de leur type de végétation, seront allouées de manière prioritaire à l'atelier correspondant (Andrieu *et al.*, 2004). Ceci conduit à réaliser une allocation des surfaces non pas uniquement en fonction des besoins alimentaires du troupeau, mais aussi en fonction des possibilités offertes ou des contraintes imposées par l'espace facteur. En outre, l'éleveur peut, dans une certaine mesure et à moyen terme, rechercher à modifier certaines caractéristiques des prairies, en particulier le type de végétation, pour permettre de nouveaux usages. Ainsi, en adoptant sur certaines parcelles une gestion du pâturage en flux tendus à des moments-clés, il est possible d'autoriser la fauche de certaines parcelles afin de contrôler à moyen terme les densités de population d'espèces indésirables (Bellon *et al.*, 1999; Magda *et al.*, 2003). L'espace à produire, tel que nous l'avons défini, est donc aussi considéré pour l'allocation des parcelles aux ateliers. Des objectifs de fabrication d'une « ressource environnementale » (Agréil *et al.*, 2002) peuvent donc être considérés dans la planification, en complément ou voire en cohérence avec des objectifs de production.

Les exploitations de montagne sont représentatives de ce type de système. En effet, l'éleveur est souvent confronté à un territoire morcelé, avec des parcelles plus ou moins proches de l'exploitation, situées à des altitudes différentes, permettant ou non le pâturage, et où la pente peut interdire la fauche. En outre, le type de végétation dominant de ces parcelles peut, dans certains cas, conduire à éviter un usage en fauche ou en pâturage (Andrieu, 2004). Plusieurs stratégies de gestion sont observées selon que les éleveurs privilégient les objectifs zootechniques, et du coup les logiques productives portées par les ateliers de production, ou prennent en compte des objectifs portant sur le territoire à produire (Coléno *et al.*, à paraître).

Une première option consiste à rechercher l'autonomie fourragère, ce qui sous-tend une logique d'allocation des surfaces plus dépendante des ateliers de production que des objectifs de pérennisation ou de renouvellement des caractéristiques de la végétation. Cette logique nécessite d'éviter le pâturage de printemps sur les parcelles qui seront fauchées, et ainsi d'augmenter d'environ 50 % la

quantité de foin récoltée par hectare (Magda *et al.*, 2003). Mais ce choix suppose, d'une part, de conduire dès que possible le troupeau au pâturage sur les parcelles les plus pentues et les plus éloignées de l'exploitation, et, d'autre part, de faucher tôt en saison pour éviter une forte diminution de la valeur alimentaire de l'herbe. En outre, une telle logique ne permet pas de mettre en place sur les parcelles fauchées un pâturage sévère en début de printemps pour réduire la densité de population d'espèces indésirables lorsque nécessaire (Magda *et al.*, 2005). Du coup, ces parcelles sont susceptibles de voir leurs valeurs d'usage agricole réduites à moyen terme, ou de nécessiter des moyens coûteux pour une remise en état. Dans cette logique, la planification de la production est très peu remise en cause dans le cours de l'action. En effet, l'allocation des surfaces a été construite en fonction des contraintes de distance et de pente, d'une part, et d'objectifs zootechniques, d'autre part. Il y a peu ou pas de prise en compte de caractéristiques de l'espace à produire.

Une seconde logique consiste, au contraire, à privilégier un objectif de maîtrise de la végétation, parfois au détriment de l'autonomie fourragère à court terme. L'allocation des parcelles en début de campagne repose principalement sur des considérations spatiales (espace facteur et espace à produire). Il s'agit d'affecter prioritairement à la fauche les parcelles les plus éloignées et au pâturage celles pour lesquelles il est nécessaire d'adopter une gestion en flux tendus, afin de contrôler les espèces indésirables. En dehors de ces parcelles, l'allocation est essentiellement pilotée en cours de campagne en fonction à la fois des besoins des animaux et du degré d'envahissement des prairies. Cette seconde stratégie vise ainsi à combiner des moments d'intervention très planifiés et des périodes où les modalités de pâturage ou de récolte peuvent largement fluctuer, tout en permettant de prélever une ressource alimentaire de qualité acceptable pour les lots d'animaux auxquels elles sont destinées.

Notons que, lorsque les parcelles présentent une diversité au sein d'un atelier (diversité dans les types de végétation ou les caractéristiques topographique ou topologique), la prise en compte de ces différences dans les décisions d'ordonnancement peut en outre permettre de réduire l'effet des variations du climat par des ajustements de dates (Andrieu *et al.*, 2004).

## Discussion

Nous discutons ci-dessous de l'intérêt de la représentation du système fourrager en ateliers de production pour trois objectifs.

### Définir des logiques d'utilisation du territoire

La représentation proposée permet de prendre en compte le territoire de l'exploitation selon deux points

de vue différents. L'un correspond aux caractéristiques propres ou relatives de chacune des parcelles (par exemple, distance par rapport au siège de l'exploitation ou entre les parcelles). L'allocation des surfaces n'est plus alors vue comme l'utilisation « optimale » des parcelles par les différents ateliers de production en vue de satisfaire des objectifs zootechniques, mais comme un compromis possible entre la satisfaction des objectifs de production, les contraintes imposées par les caractéristiques des parcelles et les opportunités que peuvent offrir ces caractéristiques. Ces compromis dans l'allocation des parcelles aboutissent à définir les fonctions des parcelles identifiées par Fleury *et al.* (1996).

L'autre, en introduisant dans ce compromis la notion d'espace à produire, permet d'aller plus loin que la simple identification des fonctions des parcelles. Il est en effet possible de considérer le territoire de l'exploitation non pas uniquement de manière statique comme un ensemble de contraintes et d'opportunités, mais aussi d'envisager des objectifs d'état, qui du coup orientent eux aussi les pratiques de l'éleveur. Le territoire est alors vu de façon dynamique, dans ce qui le caractérise aujourd'hui, mais aussi dans son évolution permise par la mise en place de pratiques dédiées spécifiquement à des objectifs de production à long terme.

Cette représentation étant donnée, il est possible de définir, par grande problématique régionale (gestion des zones sensibles ou en déprise, maîtrise des pollutions dans des zones plus intensives), de grandes logiques d'organisation cohérentes avec les ressources disponibles dans les élevages et les objectifs des éleveurs identifiés en fonction de l'archétype soit du soigneur, soit du patrimonial (Lasseur et Leouffre, 1998 ; Miéville-Ott, 2002).

### Orienter les connaissances à produire en sciences agronomiques, ou préciser la forme et le contenu d'outils de gestion à construire

La définition des connaissances à produire dans le champ des sciences biotechniques peut tout autant être régie par les questions de la pratique que par l'état de l'art (Van Ittersum et Donatelli, 2003). Le cadre de représentation proposé est susceptible de guider les agronomes pour identifier les questions de la pratique. Cela peut consister à pointer le manque de connaissances sur les coordinations entre interventions, comme c'est le cas pour le pâturage où plusieurs défoliations se succèdent au cours de l'année (Duru *et al.*, 2001). Il peut s'agir aussi de définir le degré de précision auquel il est souhaitable d'appréhender une diversité de ressources de façon à retenir celui qui sera le plus approprié pour l'objectif fixé, comme le montrent les exemples sur la catégorisation des végétations (Cruz *et al.*, 2002 ; Magda *et al.*, 2005). C'est aussi un préalable à la construction d'outils de gestion, auxquels nous donnons une acception large



(Moison, 1997), allant d'indicateurs permettant d'évaluer l'effet des pratiques de pâturage sur l'efficacité de récolte (Duru *et al.*, 2000) à un modèle d'étude comparant les modes d'organisation des systèmes fourragers, en passant par des modèles d'aide à la planification des tâches dans un atelier. La construction de ces derniers interroge sur le choix des variables et leur accessibilité, sur la précision recherchée et sur la gamme de variation des variables d'entrée à retenir (Cros *et al.*, 2003). C'est aussi un moyen d'identifier la fonction des outils à privilégier (le diagnostic, l'apprentissage...), ainsi que la nature des connaissances à mobiliser pour définir des seuils et des règles.

### Décrire et identifier les stratégies de gestion des agriculteurs

L'analyse des causes du faible impact d'outils ou d'échecs d'aide à la décision en agriculture a montré qu'une étape incontournable était l'analyse des pratiques de gestion des agriculteurs (McCown, 2002). Cette étape de compréhension et d'analyse de cas est jugée comme un préalable nécessaire avant d'envisager un travail de modélisation de stratégies de gestion (Herrero *et al.*, 1999). Les études statistiques des décisions des agriculteurs constituent la principale voie utilisée (Solano *et al.*, 2001). Toutefois, la description détaillée des processus de décision par cette méthode est peu aisée et nécessite de faire des choix a priori sur les règles de décisions à mettre en évidence. L'étude de cas proprement dite constitue un autre type de démarche possible pour réaliser de telles études exploratoires, en particulier lorsque le degré de complexité des situations est important (Sterns *et al.*, 1998; Hlady-Rispal, 2000). Mais envisager une telle démarche nécessite de se doter a priori d'un cadre d'analyse permettant de guider le chercheur pour sa collecte de données et pour réaliser leur interprétation (Stuart *et al.*, 2002). La représentation que nous proposons (*cf.* Fig. 1) constitue une tentative de construction d'un tel cadre d'analyse mobilisable pour l'étude des systèmes fourragers du point de vue de leurs stratégies de gestion et de leur inscription dans un territoire.

### Conclusion

Les études sur les modes d'organisation des systèmes techniques de production sont essentiellement le fait d'agronomes ou de zootechniciens généralistes. Les travaux de recherche, conduits dans le cadre de ces disciplines, se sont centrés sur l'identification des logiques des agriculteurs et de leurs déterminants à partir d'une analyse des pratiques (Landais et Deffontaines, 1988). Cependant, de telles analyses ne permettent pas de disposer d'une vision structurée des relations entre pratiques et

organisation de la production, d'une part, et objectifs attendus en termes de performances techniques ou d'effets sur le milieu, d'autre part. La mobilisation d'autres disciplines, comme les sciences de gestion, permet d'enrichir la compréhension des pratiques par l'analyse des processus de décision (Sebillotte et Soler, 1990) et des modes de gestion de la production (Coléno et Duru, 1998). Du coup, il est possible de caractériser les modalités de mise en œuvre des techniques, c'est-à-dire les pratiques définies par les règles identifiables a priori, ou par les régularités observables a posteriori, à différents niveaux d'organisation. Il est aussi possible de les relier, d'une part, à leurs déterminants, notamment à la hiérarchie des critères de performances retenus par l'éleveur, d'autre part, à leurs effets sur ces performances.

### Références

- Aggeri, F. 2002. La construction des objets de recherche dans les partenariats d'exploration, in *Actes du séminaire INRA DADP*, 8 janvier 2002, Montpellier, 71-89.
- Agreil, C., Hazard, L., Magda, D., Meuret, M., 2002. Prospects for ecological habitat conservation: a new modelling approach to evaluate grazing of broom shrubland, in Durand, J.-L., Émile, J.-C., Huyghe, C., Lemaire, G. (Eds), *19th General Meeting of the European Grassland Federation*, 27-30/05/2002, La Rochelle, 752-753.
- Andrieu, N., 2004. *Diversité du territoire de l'exploitation d'élevage et sensibilité du système fourrager aux aléas climatiques : étude empirique et modélisation*. Thèse de doctorat, INA P-G, Paris.
- Andrieu, N., Josien, E., Duru, M., 2004. Identification, à l'aide d'un suivi d'élevages laitiers en Auvergne, de modalités d'utilisation de la diversité du territoire de l'exploitation pouvant influencer sur la sensibilité aux aléas climatiques du système fourrager, *Fourrages*, 180, 483-494.
- Ansquer, P., Theau, J.P., Cruz, P., Viegas, J., Al Haj Khaled, R., Duru, M., 2004. Are structural plant traits relevant indicators of fertility level and cutting frequency in natural grasslands?, *EGF General Meeting*, 21-24/06, Luzern, Suisse.
- Aubry, C., Papy, F., Capillon, A., 1998. Modelling decision-making processes for annual crop management, *Agricultural Systems*, 51, 1, 45-65.
- Bellon, S., Girard, N., Guérin, G., 1999. Caractériser les saisons pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage, *Fourrages*, 158, 115-132.
- Béranger, P., 1995. *Les Nouvelles Règles de la production : vers l'excellence industrielle*, Paris, Dunod.
- Coléno, F.C., 1999. Le pâturage des troupeaux laitiers en question : contribution d'une analyse des décisions des éleveurs, *Fourrages*, 157, 63-76.
- Coléno, F.C., Duru, M., 1998. Gestion de production en systèmes d'élevage utilisateurs d'herbe : une approche par atelier, *Études et recherches*, 31, 45-61.
- Coléno, F.C., Duru, M., Soler, L.G., 2002. A simulation model of a dairy forage system to evaluate feeding management strategies with spring rotational grazing, *Grass & Forage Science*, 57, 312-321.

- Coléno, F.C., Duru, M., Theau, J.P., à paraître. A method to analyse decision-making processes for land use management in livestock farming, *International Journal of Agricultural Sustainability*.
- Cox, P.G., 1996. Some issues in the design of agricultural Decision Support Systems, *Agricultural Systems*, 52, 2-3, 355-381.
- Cros, M.J., Duru, M., Garcia, F., Martin-Clouaire, R., 2003. A biophysical dairy farm model to evaluate rotational grazing management strategies, *Agronomie*, 23, 105-122.
- Cruz, P., Duru, M., Therond, O., Theau, J.P., Ducourtieux, C., Jouany, C., Al Haj Khaled, R., Ansquer, P., 2002. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage, *Fourrages*, 172, 335-354.
- Darré, J.-P., 1985. *La Parole et la technique : l'univers de pensée des éleveurs du Ternois*, Paris, L'Harmattan.
- Dedieu, B., Louault, F., Tournadre, H., Benoit, M., De Montard, F.-X., Thériez, M., Brelurut, A., Toporenko, G., Pailleux, J.-Y., Teuma, J.-B., Liénard, G., 2002. Conception de systèmes d'élevage intégrant des préoccupations environnementales : contribution d'une expérimentation système en production ovin viande, 9<sup>es</sup> *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, Paris, 4-5/12/2002, 75-91.
- Duru, M., Hubert, B. 2003. Management of grazing systems: from decision and biophysical models to principles for action, *Agronomie*, 23, 689-703.
- Duru M., Papy, F., Soler, L.G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole, *C.R. Acad. Agr. Fr.*, 74, 4, 81-93.
- Duru, M., Ducrocq, H., Bossuet, L. 2000. Herbage volume per animal: a tool for rotational grazing management, *Journal of Range Management*, 53, 395-402.
- Duru, M., Hazard, L., Jeangros, B., Mosimann, E., 2001. Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité, *Fourrages*, 166, 165-188.
- Duru, M., Cros, M.J., Garcia, F., Martin-Clouaire, R., 2002. Modeling grazing systems in dairy production, in Everling, D.M., de Quadros, F.L.F., Viégas, J. (Eds), *Modelos para a tomada de decisoes na producao de bovinos e ovinos*, Symposium international de production animale, Universidade Federal, Santa Maria (Brésil), 37-65.
- Fleury, P., Dubeuf, B., Jeannin, B., 1996 Forage management in dairy farms: A methodological approach, *Agricultural Systems*, 52, 2-3, 199-212.
- Fontan, G., Mercé, C., Lasserre, J.-B., 1997. Structures décisionnelles multiniveaux, in Hennet, J.-C. (Ed.), *Concepts et outils pour les systèmes de production*, Toulouse, Cepadues, 13-21.
- Germain, R., Dröge, C., 1997. Effect of just-in-time purchasing relationships on organizational design, purchasing department configuration, and firm performance, *Industrial Marketing Management*, 26, 2, 115-125.
- Giard, V., 1988. *Gestion de la production*, Paris, Economica.
- Girard, N., Bellon, S., Hubert, B., Lardon, S., Moulin, C.H., Osty, P.-L., 2001. Categorising combinations of farmer's land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the South of France, *Agronomie*, 21, 435-459.
- Hacker, R.B., Richmond, G.S., 1994. Simulated evaluation of grazing management systems for arid chenopod rangelands in Western Australia, *Agricultural Systems*, 44, 4, 397-418.
- Hatchuel, A., 2000. Quel horizon pour les sciences de gestion ? Vers une théorie de l'action collective, in David, A., Hatchuel, A., Laufer, R. (Eds), *Les Nouvelles Fondations des sciences de gestion*, Paris, Vuibert, 7-44.
- Herrero, M., Fawcett, R.H., Dent, J.B., 1999. Bio-economic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-criteria models, *Agricultural Systems*, 62, 3, 169-188.
- Hervieu, B., 2002. La multifonctionnalité : un cadre conceptuel pour une nouvelle organisation de la recherche sur les herbages et les systèmes d'élevage, *Fourrages*, 171, 219-226.
- Hlady-Rispal, M., 2000. Une stratégie de recherche en gestion : l'étude de cas, *Revue française de gestion*, 127, 61-70.
- Landais, É., Deffontaines, J.-P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un nouveau courant de la recherche agronomique, *Études rurales*, 109, 125-158.
- Lasseur, J., Leouffre, M.-C., 1998. Sheep farms involved in the 'calcareous grasslands' agri-environmental schemes in the Luberon: diversity and dynamics of the farming systems, in Waterhouse, A, McEwan, E. (Eds), *Landscapes, Livestock and Livelihoods in European Less Favoured Areas. Proceedings of the meeting of the European Funded Project EQUFLA*, Thessaloniki, 08-11/10/1998., 25-30.
- Magda, D., Theau, J.P., Duru, M., Coleno, F.C., 2003. Haymeadows production and weed dynamics as influenced by management, *Journal of Range Management*, 56, 127-133.
- Magda, D., Duru, M., Theau, J.P., 2005. Defining management rules for grasslands using demographic characteristics of weeds, *Weed Science*, 52, 339-345.
- McCown, R.L., 2002. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects, *Agricultural Systems*, 74, 1, 179-220.
- Miéville-Ott, V., 2002. Multi-functionality and farmer's identity, in Durand, J.-L., Émile, J.-C., Huyghe, C., Lemaire, G. (Eds), *19th General Meeting of the European Grassland Federation*, 27-30/05/2002, La Rochelle, 997-1002.
- Moison, J.-C., 1997. *Du mode d'existence des outils de gestion*, Paris, Seli Arslan.
- Olson, B.E., Lacey, J.R., 1994. Sheep: a method for controlling rangeland weeds, *Sheep Research Journal*, Special Issue, 105-112.
- Osty, P.-L., Lardon, S., de Sainte-Marie, C., 1998. Comment analyser les transformations de l'activité productrice des agriculteurs ? Propositions à partir des systèmes techniques de production, *Études et recherches*, 31, 397-413.
- Papy, F., 2001. Interdépendance des systèmes de culture dans l'exploitation agricole, in Malézieux, É., Trébuil, G., Jaeger, M. (Eds), *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*, [Montpellier], CIRAD / [Versailles], INRA, 51-74.
- Parsons, A.J., Carrère, P., Swinning, S., 2000. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward, in Lemaire, G., Hodgson, J., de Moares, A., de Carvalho, P., Nabinger, C. (Eds), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, Wallingford, CABI Publishing, 289-316.
- Peyraud, J.L., Gonzalez-Rodríguez, A., 2000. Relationships between grass production, supplementation and intake in grazing dairy cows, in Soegard, K., Ohlsson, C., Sehested, J., Hutchings, N.J., Kristensen, T. (Eds), *Grassland Farming. Managing Environmental and Economic Demands, Proceedings of the 18th European Grassland Federation Meeting*, Aalborg, *Grassland Science in Europe*, 5, 269-282.
- Roy, B., 2000. L'aide à la décision aujourd'hui : que devrait-on en attendre ?, in David, A., Hatchuel, A., Laufer, R. (Eds), *Les Nouvelles Fondations des sciences de gestion*, Paris, Vuibert, 141-174.

- Sebillotte, M., Soler, L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs, in Brossier, J., Vissac, B., Le Moigne, J.-L. (Eds), *Modélisation systémique et système agraire : décision et organisation*, Paris, INRA Éditions, 93-118.
- Solano, C., León, H., Pérez, E., Herrero, M., 2001. Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers, *Agricultural Systems*, 67, 3, 153-179.
- Sterns, J.A., Schweikhardt, D.B., Peterson, H.C., 1998. Using case studies as an approach for conducting agribusiness research, *The International Food and Agribusiness Management Review*, 1, 311-327.
- Stuart, I., McCutcheon, D., Handfield, R., McLachlin, R., Samson, D., 2002. Effective case research in operations management: a process perspective, *Journal of Operations Management*, 20, 419-433.
- Theau, J.P., Gibon, A., 1999. Choix techniques et résultats économiques dans les élevages bovins allaitant du haut Couseran (Pyrénées centrales), in Gibon, J., Lasseur, J., Manrique, E., Masson, P., Pluvinage, J., Revilla, R. (Eds), *Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes*, Zaragoza, CIHEAM, 27, 95-110.
- Thébault, M., Dequin, A., Follet, D., Grasset, M., Roger, P., 1998. Dossier 5 menus pour vaches laitières au pâturage : le pâturage au quotidien, du plan d'alimentation à la conduite de l'herbe + Guide pratique de l'éleveur, Chambre d'agriculture – EDE de Bretagne, Institut de l'élevage.
- Thenard, V., Coléno, F.C., Theau, J.P., Marey, L., Duru, M., 2004. How to analyse technical adaptability of dairy farms involved in quality cheese production? Case study of non-pasteurized cheese production with Protected Geographical Indication label in Pyrenean Mountains, in *Proceedings of the Sixth European IFSA Symposium*, April 4-7, 2004, Vila Real (Portugal), 97-104.
- Tichit, M., Meuret, M., Agreil, C., Bellon, S., Hazard, L., Kerneis, E., Leger, F., Magda, D., Osty, P.-L., Steyaert, P., 2002. Sharing resources between waders and cattle in a marshland environment: a habitat conservation perspective, in Durand, J.-L., Émile, J.-C., Huyghe, C., Lemaire, G. (Eds), *19th General Meeting of the European Grassland Federation*, 27-30/05/2002, La Rochelle, 950-951.
- Van Ittersum, M.K., Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations, *Field Crops Research*, 52, 197-208.
- Van Ittersum, M.K., Donatelli, M., 2003. Modelling cropping systems – highlights of the symposium and preface to the special issues, *European Journal of Agronomy*, 187-197.
- Walker, D.H., 2002. Decision support learning and rural resource management, *Agricultural Systems*, 73, 1, 113-127.

Reçu le 30 avril 2004. Accepté le 7 avril 2005.