

déterminisme et applications de la recherche systémique pour l'étude de l'élevage laitier

par Mohamed Taher Sraïri

Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, 10101 Rabat (Maroc)
msrairi@hotmail.com

La zootechnie a été définie vers le milieu du XIX^e siècle comme une doctrine nouvelle de la production animale basée sur les sciences expérimentales et dont le caractère fondamental consiste précisément dans la manière de «considérer le bétail en économie rurale» (De Gasparin, 1843). L'ambition était alors de grouper, sous une seule branche scientifique, toutes les formes du savoir dont les retombées contribueraient à l'amélioration des performances des élevages. Si, à l'origine, la zootechnie reposait principalement sur les sciences de la vie et les sciences humaines (sociologie, géographie, économie), ces dernières années, elle s'est focalisée peu à peu exclusivement sur les disciplines biotechnologiques, n'échappant pas au mouvement de spécialisation qui marque l'époque (Latour, 1995). Ce développement n'est pas fortuit mais traduit les avancées de la recherche agronomique dans des domaines tels que la génétique, la nutrition, la biologie de la reproduction ou la médecine vétérinaire. Cette tendance a aussi été massivement soutenue par les impératifs productivistes de l'après-guerre (Boserup, 1990). Néanmoins, les conséquences de cette orientation ont rapidement détourné l'agronomie de sa fonction à appréhender les déboires de l'agriculture et, partant, de la société, car Sebillotte (1996) affirme que « plus un seul des problèmes de l'agriculture ne saurait être isolé du reste de la société ». Dans le domaine des productions animales, et de façon similaire, le type de savoir et de recherches qui devait *a priori* aider à en démêler les énigmes, c'est-à-dire la zootechnie, a été éloigné de ses préoccupations initiales, à savoir les questions des élevages et de leur gestion (Landais, 1996a). En conséquent, dans leur majorité, les thèmes de recherche ne proviennent plus du terrain mais sont formulés de manière autonome dans les laboratoires. Ceci a progressivement débouché sur une incapacité de la zootechnie à synthétiser et à résoudre les problèmes auxquels sont confrontés les acteurs des productions animales et à générer des solutions en rapport avec leurs pratiques, leurs stratégies et leur organisation (Béranger et Vissac, 1993).

De ce fait, récemment, de nombreux chercheurs à travers le monde ont souligné les échecs des approches de la zootechnie, dans ses méthodes actuelles, pour résoudre les crises du secteur de l'élevage, aussi bien dans les pays développés (Vissac, 1995 ; Landais, 1996b) que dans les pays en développement (Schiere, 1995 ; Gryseels, 1988 ; Le Grand et Hochet, 1998). Dans ces dernières contrées, de manière encore plus pressante, la diversité et la complexité des rôles assumés par les animaux domestiques (épargne, outils de production, statut social, impact religieux...) rendent encore plus inadaptés les résultats des dispositifs conventionnels des sciences animales (Orskov, 1993 ; Bradford, 1988) et imposent l'adoption d'une approche systémique aux questions de l'élevage (Spedding, 1988 ; Ruthenberg, 1980). D'ailleurs, de nombreux projets de développement qui ont fait

abstraction de ce type de méthodes et qui se sont contentés d'importer des pays tempérés des modèles de développement « clés en main » se sont soldés par des échecs (Zwart et De Jong, 1996). Ruthenberg (1980) justifie le recours aux méthodes systémiques pour l'étude des productions animales en zones tropicales en invoquant qu'elles représentent bien plus qu'une simple somme de leurs différentes composantes (animaux, plantes, environnement social, économique et politique...) étant donné les nombreuses interactions qui s'établissent entre elles.

De manière plus spécifique, l'élevage laitier est certainement le type de productions animales où l'approche systémique est la plus recommandée, en raison de la diversité des domaines d'intervention des éleveurs de vaches laitières (production fourragère, élevage, gestion de différents types d'animaux...) et surtout à cause de la longueur de la filière laitière, de la biomasse végétale jusqu'aux consommateurs (Meyer et Denis, 1999). Par ailleurs, dans les pays en développement, comme les races locales ont généralement des aptitudes laitières fort limitées (Syrstad, 1990) que la sélection classique serait trop lente à améliorer (Mc Dowell, 1981) et face à l'augmentation des besoins en lait, le seul moyen rapide d'accroître la production est l'importation de vaches des régions tempérées avec les « paquets technologiques nécessaires à leur acclimatation » (Cunningham et Syrstad, 1987 ; Flamant, 1991). Cette option rend encore plus délicate l'analyse des systèmes de production laitière (Eddebbbarh, 1991), avec la diversité du matériel animal qu'elle génère (vaches locales, vaches importées et leurs différents niveaux de croisements) et qui se traduit par l'émergence de plusieurs options pour la production (Mc Intire et Gryseels, 1987) et d'objectifs variables pour les éleveurs, qui induisent de nouveaux horizons pour la recherche (Olesen *et al.*, 2000). Ceci, dans un contexte d'incertitude pour le maintien d'une agriculture paysanne dans les pays en développement et, notamment, de la production laitière qui est généralement entre les mains de petits éleveurs au sein d'unités familiales qui risquent de ne pas faire le poids face à la libéralisation totale des échanges de produits agricoles à travers le monde (Haubert, 1999).

À la lumière de ces éléments, la présente synthèse vise en premier lieu à exposer les champs d'application des recherches sur les systèmes agricoles (RSA), avec une référence spéciale aux concepts et à la terminologie en vigueur dans cette discipline, avant de rappeler son déterminisme historique et ses évolutions. Par la suite, les applications des RSA aux études sur les productions animales seront passées en revue, pour évoquer les outils et méthodes des recherches sur les systèmes d'élevage (RSE), plus particulièrement sur la production laitière bovine. En dernier lieu, les atouts et limites de cette discipline pour l'analyse des systèmes d'élevage laitier seront détaillés.

1. Terminologie et concepts des recherches sur les systèmes agricoles

Dans toutes les sociétés humaines, les animaux domestiques représentent richesse et/ou pouvoir. La relation étymologique entre les termes « animaux », « capital » et « épargne » a été relevée dans plusieurs langues (Renfrew, 1994) comme le montre le tableau I. Ces similitudes linguistiques peuvent être expliquées par le rôle fondamental des herbivores dans la transformation de la biomasse végétale issue de l'énergie solaire en produits de haute valeur ajoutée pour la société (Odum, 1971), quel que soit son niveau de développement.

Malgré la large gamme de systèmes agricoles qui se sont constitués à travers le monde, les animaux domestiques y représentent le plus souvent un atout, plus particulièrement pour les agriculteurs ayant accès à de vastes superficies leur procurant des ressources fourragères pour leurs troupeaux. Cependant, avec l'accroissement continu des mises en culture, explosion démographique oblige, une forte pression sur les terres à pâturage, communautaires comme privées, s'est manifestée (Jodha, 1986 ; Hardin, 1968). Dès lors, les éleveurs ont compensé ce manque en intégrant de plus en plus de résidus de cultures dans les rations de leur bétail (Schiere, 1995). De ce fait, une multiplicité de

Tableau I. Quelques exemples de liens linguistiques entre les mots « cheptel » et « richesse »

<i>Cheptel</i> (Français)	Dérive du latin « <i>caput</i> » qui veut dire tête, c'est-à-dire nombre d'animaux
<i>Cattle</i> (Anglais)	Lié au mot capital à travers la racine latine « <i>caput</i> » qui veut dire tête, c'est-à-dire nombre d'animaux
<i>Kassiba</i> (Arabe)	Du verbe « <i>kassaba</i> » qui veut dire posséder, gagner, thésauriser
<i>Ganado</i> (Espagnol)	Participe passé du verbe « <i>ganar</i> » qui veut dire gagner, acquérir
<i>Vieh</i> (Allemand)	En relation avec « <i>fehu</i> » en Vieux Saxon qui sous-entend richesse et bétail
<i>Byoto</i> (Polonais)	A partir du vieux slave « <i>bydlo</i> » qui veut dire posséder. La relation entre la possession et le troupeau est typique dans différentes langues slaves

systèmes d'élevage s'est constituée, tant par la diversité des modes d'affouragement des animaux que par la quantité d'espèces exploitées et des niveaux d'intensification (Spedding, 1988).

Définie comme étant « une combinaison raisonnée d'éléments ou de parties interdépendantes et interactives qui se comportent de manière à réaliser un objectif précis via la transformation d'intrants en produits terminaux », la notion de système de production agricole a été récemment adoptée par les agronomes (Mirham, 1972 ; Le Moigne, 1984). Cependant, cette définition, avec tous ses corollaires, n'a pas arrêté précisément l'objet d'étude des RSA, qui seraient plus une attitude ou une perspective de recherche qu'un type d'investigations (Byerlee et Tripp, 1988). Ce domaine d'études scientifiques continue donc de souffrir d'un étalage confus de définitions, de méthodologies et d'objectifs, qui justifient de maintes tentatives de formalisation (Merrill-Sands, 1986 ; Fresco et Westphal, 1988). Néanmoins, d'un avis commun, les RSA ont pour point de départ une vision similaire à celle que se ferait un agriculteur en essayant d'améliorer ses résultats : compréhension de ses pratiques et action à un niveau concret et multidisciplinaire, au niveau de l'exploitation agricole (Landais, 1996a ; Byerlee *et al.*, 1982). Norman (1980) et, plus tard, Tripp (1991) vont au-delà de cette considération pour mentionner que face à l'urgence d'améliorer les résultats des petites exploitations, notamment dans les pays-en développement, les RSA ont eu le mérite d'entamer leurs investigations en postulant que « tout changement agricole planifié doit être organisé autour de la compréhension des conditions et des priorités des agriculteurs ». Pour cet auteur, il est plus qu'important de se focaliser sur l'exploitation agricole en tant qu'objet d'études, ce qui impose de considérer la totalité des interactions qui lient ses différentes composantes (tab. H).

Au préalable d'une recherche sur les systèmes agricoles et d'élevage, il faut clarifier la terminologie

Tableau II. Classification des interactions au sein d'un système de production agricole

Type d'interaction	Exemples
Interactions directes entre cultures	
<i>Interaction dans l'espace</i>	Interactions liées aux associations de cultures
<i>Interaction dans le temps</i>	Effets des précédents culturels liés aux résidus, à la fertilité et aux mauvaises herbes
Interactions entre cultures et élevage	
	Utilisation des ressources fourragères et des résidus par les animaux
	Recyclage des effluents d'élevage comme fertilisants des cultures
	Utilisation des animaux pour la traction
Compétition et synergie des ressources	
	Conflits pour l'utilisation de la force de travail entre cultures, élevage et activités non-agricoles
	Compétition pour l'utilisation de l'eau entre fourrages et cultures vivrières
Atteinte des multiples objectifs des foyers ruraux	
	Choix entre types de cultures et d'élevage et option d'itinéraires techniques pour gérer le risque
	Production et stockage de grains et de denrées animales pour contrebalancer les effets des carences saisonnières

D'après Byerlee et Tripp (1988).

en vigueur et les concepts de cette discipline (Hart, 1982). Ainsi, le mot « système » peut renvoyer, simultanément, à l'énumération des unités (composantes) qui le constituent (Odum, 1971 ; Shaner *et al.*, 1982), tout comme il peut désigner les modes d'interaction de ces parties (Ruthenberg, 1980). Par ailleurs, l'adjectif « agricole » véhicule avec lui toute la diversité des activités du monde de l'agriculture, comme l'horticulture, la foresterie, l'aquaculture, le maraîchage ou l'élevage. C'est pourquoi les chercheurs sur les systèmes agricoles sont contraints de s'imposer des limites constituant un réductionnisme qui va à l'encontre de la vision globale prônée par la RSA. L'urgence d'établir ces limites comporte alors deux inconvénients : le danger de sous-estimer les retombées d'un système donné sur les autres, ce qui empêche d'appréhender ses réalisations globales (Conway et Barbier, 1990), et la difficulté de se fixer un référentiel d'étude aussi bien dans l'espace que dans le temps. Par exemple, pour les études sur les systèmes d'élevage, plusieurs chercheurs considèrent le troupeau comme unité de base (Roeleveld et Van Den Broek, 1999) mais rien n'empêche de reporter l'effort d'analyse au cheptel d'une région ou d'un pays (Hart, 1982). L'agrégation de systèmes peut aller au point extrême où toute la planète Terre peut être représentée sous forme d'un seul système (Hopkins et Wallerstein, 1992).

Avec les considérations précédentes, les RSA se posent comme un agrégat d'une gamme d'études multidisciplinaires relatives aux systèmes de production agricole. Simmonds (1986), en essayant de dresser une classification des voies empruntées par la RSA, distingue les RSA au sens strict du terme (RSA *sensu stricto*) des RSA pour le développement et la vulgarisation et de la recherche pour le développement de nouveaux systèmes de production. La première, dont le but est une analyse profonde des systèmes agricoles à des fins académiques (Simmonds pense qu'elle sert surtout de contexte à des doctorats), consiste en une compilation des informations et données issues du terrain (Merrill-Sands, 1986) suivie d'une phase de développement de concepts et de méthodologies de recherche. L'objectif est alors de comprendre les systèmes de manière induite, puisque, à partir d'un grand nombre d'observations, des lois générales sont élaborées. En revanche, les deux autres visent, en plus d'une phase de description grâce à l'utilisation d'enquêtes (Labe et Palm, 1999), la modélisation des systèmes pour la compréhension de leur organisation, suivie parfois du test de nouvelles hypothèses pour leur évolution. Simmonds (1986) soutient que ces deux genres d'approche des RSA sont un moyen pratique de tester la viabilité socio-économique des hypothèses de la recherche avant de recommander leur vulgarisation. Tripp (1991), en rappelant les priorités des RSA pour la diffusion de méthodes pour le développement des petites exploitations du tiers-monde, estime que celles-ci doivent nécessairement emprunter le protocole suivant :

- diagnostic des pratiques des exploitations agricoles et de leurs problèmes ;
- planning d'un programme expérimental ;
- test de technologies alternatives ;
- évaluation des résultats ;
- développement et vulgarisation de recommandations.

Une des principales finalités des RSA est de préparer minutieusement le terrain au développement de leur objet d'étude. Or, le développement des systèmes agricoles est globalement déterminé par les relations y liant demande et offre de biens matériels. Elles expriment l'accès à la technologie et aux valeurs fondant un système (Harris, 1988). Aussi, le développement peut-il se présenter sous diverses apparences, résultat de changements combinés des ressources disponibles ou de la demande. Le mot « développement » se définit comme une évolution vers une croissance naturelle avec différenciation et passage par différentes étapes. Il n'implique donc pas nécessairement une direction irréversible vers un but plus évolué (Crotty, 1980). Les ressources impliquées dans un processus de développement agricole sont généralement de trois ordres : la terre, le travail et le capital (Bonneviale *et al.*, 1989). Elles induisent des phénomènes d'offre et de demande qui se concrétisent dans les termes du marché. Ceux-ci déterminent l'accès aux ressources. Par ailleurs, l'évolution d'un système est aussi

conditionné par les innovations qui peuvent s'y exercer et qui génèrent des changements dans ces modes de régulation, notamment technologiques et institutionnels.

L'ajustement des fonctionnements des systèmes suite à une perturbation dans les termes de l'offre ou de la demande en intrants a été largement documenté par Grigg (1982). Cet auteur impute à trois principales causes les évolutions des systèmes agricoles :

- l'accroissement de l'exploitation des ressources en sols, par l'intensification des pratiques ou par la recherche de nouveaux espaces pour l'agriculture ;
- les changements dans les habitudes de consommation qui induisent aussi des modifications dans les modes de production ;
- l'introduction de technologies et d'innovations qui sont porteuses de changements.

Des réflexions précédentes découlent les nombreuses tentatives de classer les systèmes agricoles (Ruthenberg, 1980). Généralement, les classifications retiennent deux types de critères, les variables qui déterminent le comportement du système (variables de structure telles que le climat et les types de sol) et les variables qui montrent les choix stratégiques des acteurs qui y évoluent (pratiques d'élevage, type d'agriculture...).

2. Déterminisme et évolutions des recherches sur les systèmes agricoles

Les RSA couvrent un vaste éventail d'activités du monde rural. Elles induisent donc qu'elles sont implicitement au centre des préoccupations des agronomes depuis les débuts de l'agriculture. Ponting (1991) rapporte ainsi que 3 000 ans av. J.C., les Sumériens avaient déjà pris l'habitude de noter tous les changements liés aux pratiques d'exploitation de leurs systèmes agricoles. Sous l'Empire romain, des auteurs comme Caton ou Columelle s'étaient aussi livrés à des travaux sur les systèmes de production de céréales et d'huile d'olive en vigueur dans les différentes régions (White, 1970). En Andalousie, l'occupation arabe a aussi permis d'élaborer toute une documentation en rapport avec les systèmes agricoles irrigués (Glick, 1970). Plus récemment, lors du XIX^e siècle en Europe, les travaux de Tchayanov en Russie, de Von Liebig et Von Wulffen en Allemagne, ou de Bakewell et de Young en Grande Bretagne, se sont tous basés sur une approche de type RSA pour analyser les possibilités d'améliorer la productivité de l'agriculture (Hayami et Ruttan, 1985). Ces travaux se justifiaient d'autant plus que des cycles de famine sévissaient alors et qu'il fallait nécessairement hausser la condition des agriculteurs. Par la suite, l'expansion coloniale vers les zones tropicales et tempérées chaudes a eu pour corollaire d'ouvrir de nouveaux champs d'application aux RSA, dans un esprit fondamentalement dominé par les grandes écoles de pensée du XIX^e siècle (De Wit, 1992).

La majorité des travaux des XVIII^e et XIX^e siècles qui ont utilisé une approche de type RSA ont mis l'accent sur une « vision globale de l'unité de production agricole » qui sous-entend une étude holiste de l'exploitation fermière. Ce genre de démarche s'applique lorsque «le tout est bien plus qu'une simple addition des parts » (Schiere, 1995). À ce stade, ce concept s'oppose au réductionnisme des recherches actuelles (Landais, 1996a). Beets (1990) mentionne que les pionniers des RSA, au XIX^e siècle, étaient pour la plupart issus du monde agricole et que, dans leur travaux, ils conciliaient agronomie et économie. Shaner *et al.* (1982) ajoutent à ce propos que, pour la réussite des RSA, l'intégration des considérations économiques est primordiale. Ceci conforte donc l'approche multidisciplinaire qu'adoptent les RSA.

Un autre point central des RSA est la participation des agriculteurs à leurs visées et objectifs. Comme déjà vu, les premiers défenseurs de ce type de méthodes étaient pour la plupart eux-mêmes agriculteurs. Par exemple, Young, au Royaume-Uni, avait tracé pour cible à ses travaux la détermination de la taille optimale pour la viabilité d'une exploitation agricole (Lord Ernle, 1961). De

même, les principales avancées dans l'amélioration génétique des bovins ont été dues à Bakewell, qui était avant tout éleveur (Trow-Smith, 1957). La vision globale de ce genre de travaux n'échappait pas à leurs réalisateurs puisque, par exemple aux Pays-Bas, l'utilisation de l'azote en élevage bovin laitier ou encore les premiers essais de vaccination contre la fièvre aphteuse, ont été initiés par des éleveurs travaillant en communauté. Ultérieurement, la participation des éleveurs-agriculteurs aux programmes de RSA est devenue une des modalités les plus courantes de ce genre de travaux dont de multiples aspects ont été rapportés par Farrington et Martin (1988) et par Merrill-Sands *et al.* (1991). Ces auteurs mettent l'accent sur la complexité de ce type d'investigation, notamment en raison du paradigme qui la précède : aucun développement de ces méthodes ne peut se faire sans que les concernés y perçoivent un intérêt et, par essence, les intérêts des agriculteurs sont divergents. Même l'acceptation d'une innovation technologique par un groupe d'agriculteurs peut se solder par la mise à l'écart d'un autre groupe encore plus important (Bromley, 1992). Ainsi, en termes de productions animales, que ce soit pour des techniques d'alimentation du bétail ou même pour l'amélioration génétique, les attentes des éleveurs aux ressources en terres limitées seront totalement différentes de celles des éleveurs disposant d'un vaste accès aux superficies fourragères ; tout comme pour les motifs derrière l'importation de vaches laitières depuis des pays tempérés (Sraïri et Baqasse, 2000). Par ailleurs, la notion de durabilité spatiale et temporelle peut aussi totalement modifier l'évaluation des situations (Posner et Gilbert, 1991) car, le plus souvent, l'agriculteur raisonne à très court terme et à l'échelle de sa parcelle ou, tout au plus, de son exploitation, tandis que le chercheur en RSA tend à travailler à long terme et sur des niveaux régionaux (Vavra, 1996). Dans le processus de participation des agriculteurs aux projets de RSA, d'inévitables interactions et échanges entre chercheurs et agriculteurs s'établissent et elles sont primordiales pour définir les orientations du développement (Schiere, 1995). Gryseels (1988) et Landais (1983) mentionnent à ce sujet que plusieurs choix de leurs études étaient directement inspirés de discussions avec les éleveurs et autres acteurs impliqués dans les productions animales.

3. Application des recherches sur les systèmes agricoles aux activités d'élevage

La majorité des études des RSA ont été appliquées ces dernières années aux systèmes de cultures dans les pays en développement à l'initiative d'organismes internationaux tels que l'IRRI (International Rice Research Institute), le CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center), l'ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), le CIAT (Centre International d'Agronomie Tropicale) ou l'IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), à un moment où les recherches sur les productions animales sont restées à un stade moins avancé (Zwart et De Jong, 1996). Néanmoins, dans les pays développés, les préoccupations des zootechniciens et des vétérinaires commencent à se focaliser sur ce type de recherches, face aux crises récentes du secteur des productions animales (maladies « technogènes », telles que l'encéphalopathie spongiforme bovine, manipulations hormonales, surplus de production...) comme le rapporte Landais (1996b). Dans les pays en développement, ce genre de recherche a été mené dès les premières implantations de colonisation ; elles visaient pour la plupart à décrire les systèmes d'élevage et leurs rôles dans l'organisation sociale de ces régions (Couleau, 1968 ; Landais, 1990) et à tester les possibilités d'adaptation d'espèces et de souches plus productives des pays tempérés, notamment les races bovines laitières (De Jong, 1996 ; Jasiorowski, 1991).

Par rapport aux concepts et objectifs des RSA précédemment cités, les RSE (recherches sur les systèmes d'élevage) conservent exactement la même vision globale et le même souci d'adopter une méthode pluridisciplinaire pour appréhender le fonctionnement des filières animales (Nestel, 1984). Certes, des différences peuvent néanmoins surgir et elles sont, pour la plupart, dues aux

caractéristiques propres des animaux et des modes de leur exploitation. En effet, leur mobilité, leurs multiples rôles (prestige social, statut religieux, outil de production, épargne...), la diversité de leurs productions (produits principaux tels que lait, viandes... et produits secondaires tels que fumier et excréta, abats, peaux...) et les problèmes d'échantillonnage au sein des unités d'étude et de durée des investigations sont autant de points qui peuvent séparer les approches conventionnelles des RSA des méthodes à utiliser en RSE (Gryseels, 1988 ; Amir et Knipscheer, 1989). Néanmoins, les interrelations entre ces deux volets d'étude des questions agricoles sont trop nombreuses pour justifier de les mener de front plutôt que de rechercher à les dissocier. C'est ainsi qu'en élevage de bovins laitiers, plus particulièrement, Dobremez et Bousset (1999) insistent sur l'inévitable prise en compte des résultats globaux de l'atelier des vaches et des cultures ainsi que de leur interaction pour pouvoir effectuer une analyse d'un système de production laitière. Ceci est valable quel que soit le contexte et justifie davantage les difficultés des RSE eu égard à la parcimonie de la collecte de l'information dans plusieurs régions en développement (Anderson, 1992). Cet auteur prévoit aussi une nette amélioration économique des revenus agricoles si l'épargne pouvait être réinvestie dans le développement des ressources fourragères et la santé animale pour favoriser une interaction dans la valorisation des ressources produites sur l'exploitation (animales et végétales). Par ailleurs des similarités peuvent lier élevage et cultures puisque les parcelles plantées peuvent aussi assumer une multitude de fonctions (Williamson et Payne, 1965).

La volonté de développer les systèmes d'élevage s'est appuyée sur les outils de classification pour appréhender les leviers d'action afin d'en améliorer les performances (Fresco et Westphal, 1988). Comme déjà mentionné, les modes de classification considèrent surtout les accès aux ressources et leurs éventuels changements (Hayami et Ruttan, 1985). Dans ce sens, Schiere et De Wit (1993) proposent, sur la base d'une abondante bibliographie, un exemple de classification, sous forme de matrice à deux dimensions, où la disponibilité en ressources pour les éleveurs est exprimée relativement par rapport à un état optimal grâce aux signes « plus » + et « moins » - et représente un premier axe et où la place de l'élevage est comparée aux cultures sur le deuxième axe. Par ailleurs, ils distinguent, pour des raisons de commodité de classement et selon des travaux antérieurs (Bromley, 1992), deux types de systèmes d'élevage : à haut et à bas niveau d'utilisation d'intrants exogènes.

Avec ces hypothèses, Schiere et De Wit (1993) aboutissent à une représentation globale des systèmes d'élevage, avec des exemples caractéristiques à travers le monde, tels que figurés dans le tableau n i .

De cette matrice, il apparaît que la tendance à l'expansion, terme consacré dans la terminologie adoptée par ces auteurs pour désigner l'investissement de nouvelles terres, est la caractéristique des zones à fortes disponibilités en terres, peu productives en l'état, où les formes d'élevage les plus

Tableau III. Matrice pour la représentation des systèmes d'élevage

Tendance	Accès aux ressources			Importance relative de l'élevage et des cultures		
	Terre	Travail	Capital	Elevage	Mixte	Cultures
Expansion	+	-	-	Élevage transhumant Nomadisme	Agropastoralisme extensif du Maghreb	Céréaliculture extensive
Bas niveau	-	+	-	Hors-sol avec peu d'achats d'aliments	Dehesa espagnole Élevages montagnards	Riziculture Horticulture
Intermédiaire	-	-/+	-/+	Engraissement Élevage laitier extensif	Traitement des pailles Ley-farming	Agroforesterie Agriculture biologique
Haut niveau	-	-	+	Production laitière intensive	Production périurbaine Production avicole	Plantations industrielles

communes sont la transhumance et, à un degré extrême, le nomadisme (Bernus, 1990).

Les systèmes d'élevage à bas niveau d'intrants exogènes sont surtout en vigueur dans les régions carencées en sols fertiles ou dans les zones marginales, notamment montagneuses. Dans ces types d'élevage, une attention toute particulière est réservée au travail, qui compense en quelque sorte le faible niveau de capitalisation. Zwart et De Jong (1996) mentionnent que la majorité des unités d'élevage dans les pays en développement, surtout celles détenues par de petits producteurs, peut être classée dans cette catégorie.

Les systèmes intermédiaires s'érigent comme une sorte d'alternative aux manques d'intrants dans les exploitations à niveau d'investissement réduit. Ils s'appuient sur une thèse d'équilibre des bilans de fertilité au sein de ces entités (Hayami et Ruttan, 1985). En d'autres termes, même le recours à des intrants externes à l'exploitation doit être considéré comme un transfert de capital qu'il faut neutraliser par une certaine production. L'un des points de départ du fonctionnement de ces systèmes est la limitation des facteurs exogènes et donc l'ajustement des besoins en fonction des ressources disponibles. C'est dans ce type de système qu'un vaste transfert de technologie, notamment des biotechnologies (Schiere, 1995), a été tenté dans les élevages laitiers des pays en développement (traitement à l'urée des résidus de culture, croisements avec des races locales, micro-irrigation de fourrages...). Néanmoins, les attitudes des éleveurs des pays en développement vis-à-vis du recours à ces rudiments de technologie restent fort mitigées car ils doivent constamment intégrer dans leur calcul la gestion du risque économique (Couty, 1989).

Les systèmes d'élevage à haut niveau d'intrants exogènes sont, par essence, les élevages laitiers des pays développés. Ils compensent la rareté des terres de pâturage par le recours forcé aux fertilisants, aux médicaments et même aux aliments pour le bétail. La valeur monétaire de ces intrants est généralement basse par rapport à celle des produits et du travail, ce qui explique souvent leur surutilisation, allant même jusqu'à compromettre la viabilité de ces systèmes (pollution par les nitrates, excédents de production...).

Pour conclure sur l'opposition latente qui sépare les systèmes d'élevage laitiers en pays développés à ceux des pays en développement, Brand *et al.* (1996) ont proposé un schéma récapitulatif et simplifié qui permet de mieux appréhender les niveaux où interviennent ces différences (fig. 1).

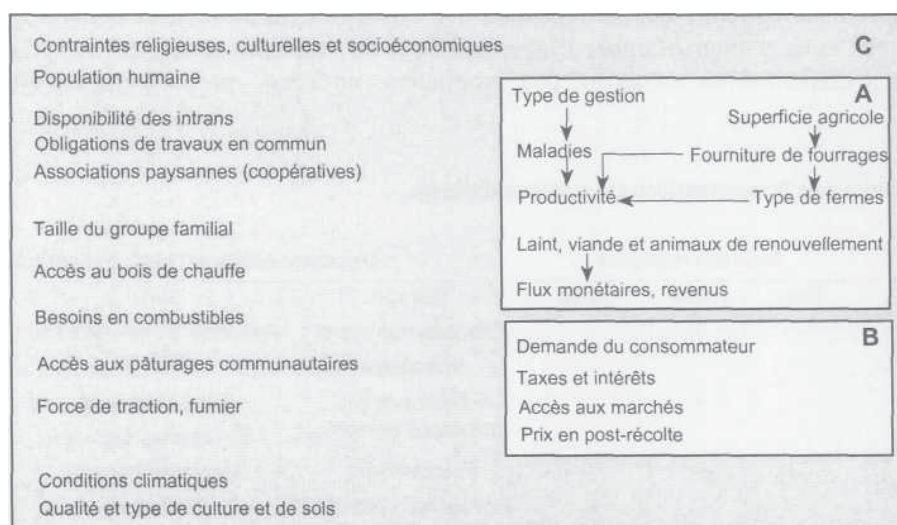
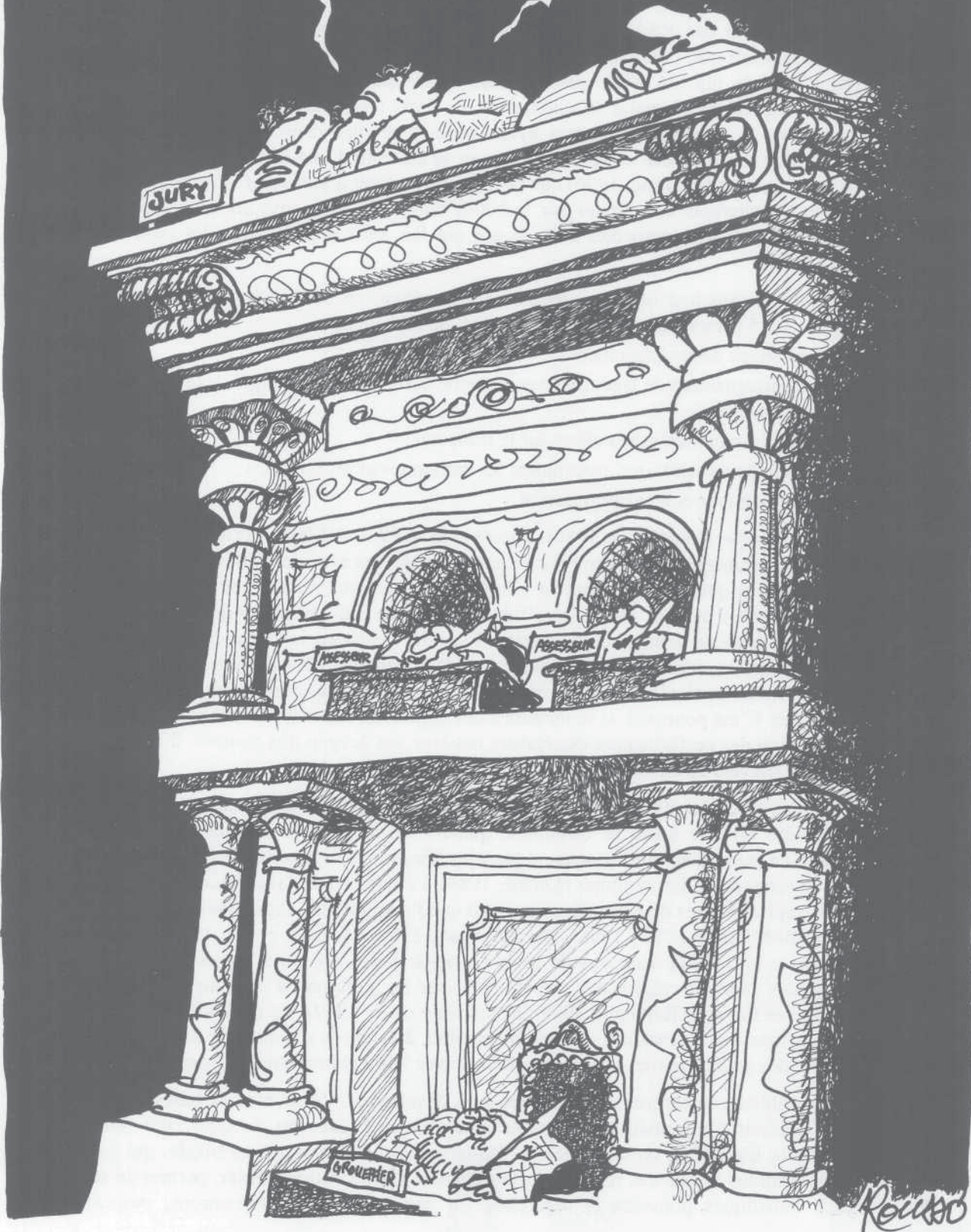


Figure 1. Représentation simplifiée des différences élémentaires entre systèmes agricoles monofonctionnels des pays développés (parties A et B) et systèmes agricoles plus extensifs et multifonctionnels des pays en développement (partie C à ajouter à A et B). D'après Brand *et al.*, 1996.

„TRÈS BRILLANT!“

„... UNE SEULE QUESTION...“

„... PEUT-ON RECOURIR AUX MÉTHODES SYSTÉMIQUES DANS LE CAS DE LA FIÈVRE APTEUSE ?“



4. Les outils et méthodes des recherches sur les systèmes d'élevage : cas des bovins laitiers

Les RSE ont, à l'instar des RSA, toujours privilégié la vision globale pour appréhender un objet d'étude aussi complexe que l'élevage de bovins laitiers. Il est d'ailleurs révélateur à ce sujet que ce soit ce type d'élevage qui ait été le plus souvent utilisé pour illustrer une approche systémique appliquée aux productions animales (Chatellier *et al.*, 1997 ; Dobremez et Bousset, 1996 ; Vissac, 1995). Néanmoins, la plupart des auteurs ayant conduit ce type d'investigations s'accordent sur l'ampleur des méthodes à mettre en œuvre, tant pour la collecte d'une information fiable qui puisse servir de base à l'analyse (De Jong, 1996) que pour les procédures à appliquer (Cordonnier, 1986). Par ailleurs, une des limitations aux études sur le bétail laitier dans les pays en développement est la difficulté d'y appliquer des protocoles d'étude qui ont fait leurs preuves dans les pays développés (Jasiorowski, 1991).

Brand *et al.* (1996), dans leur ouvrage consacré à l'appréhension des résultats des élevages laitiers, mettent l'accent sur 5 principaux points qu'il convient de développer :

- l'élevage des animaux de remplacement ;
- le contrôle des performances de lactation avec, comme outil d'étude principal, les modalités d'alimentation des vaches ;
- le contrôle de la reproduction et ses effets sur le troupeau ;
- le contrôle des incidents sanitaires, notamment les mammites et les boiteries ;
- les résultats économiques et leur optimisation.

D'autres auteurs tels que Cordonnier (1986), Lhoste *et al.* (1993) ou Meyer et Denis (1999) reprennent sensiblement un cheminement similaire pour ce genre d'analyses avec des différences dans les parties les plus détaillées, puisque le premier auteur s'intéresse surtout aux résultats économiques tandis que Meyer et Denis (1999) mettent en exergue l'étude du processus de production en zone tropicale. Toutefois, dans ce genre de démarche qui consiste à scinder l'exploitation de vaches laitières selon ses composantes principales, certains auteurs (Schiere, 1995 ; Landais, 1996a) mettent en garde contre la primauté des questions particulières (qu'ils dénomment recherches des composantes) par rapport à une vision synthétique. C'est pourquoi, si le recours à ces approches localisées, dans un but de diagnostic et de caractérisation des performances des étables laitières, est devenu très courant, il ne constitue pas une fin en soi (Roeleveld et Van Den Broek, 1999).

De nombreux travaux récents se sont focalisés sur la description et l'analyse des systèmes de production laitière afin de saisir la variabilité spatiale de ce genre d'activités. Dans les pays en développement, ce genre d'activités a souvent pour justification le diagnostic de l'efficacité technico-économique de production des systèmes (Lhoste, 1984), l'étude de l'acclimatation des races exotiques en conditions tropicales chez de petits éleveurs ainsi que l'analyse de l'approvisionnement des centres urbains (Hanyani-Mlambo *et al.*, 1998 ; Losada *et al.*, 1998 ; Metzger *et al.*, 1995 ; Debrah *et al.*, 1995 ; Holman *et al.*, 1992). En pays développés, au-delà des objectifs précédents, c'est aussi la caractérisation des variations régionales et leurs effets sur les politiques d'aménagement du milieu qui sont visés dans ces travaux (Reinhard, 1999 ; Bonneville *et al.*, 1989). La méthodologie retenue varie énormément en fonction du matériel de base disponible, à savoir la quantité de données relatives au fonctionnement des étables laitières et leurs relations avec leur environnement économique et social.

Ainsi, il est possible de remarquer que, dans les pays développés, l'existence de bases de données du genre RICA (Réseau d'information comptable agricole) en France ou du type DHI (*Dairy Herd Improvement*) aux États-Unis ou encore SCB (*Statistical Central Bureau*) en Suède, qui comportent toutes les observations issues des recensements agricoles et du contrôle laitier, permet de se livrer à des analyses statistiques poussées et régulières sur cette somme d'informations, moyennant les

méthodes d'analyse des données multivariées. Le but est d'exploiter la diversité et le nombre d'informations brassées au cours d'un diagnostic des élevages laitiers (Bonneviale *et al.*, 1989) pour ressortir les facteurs qui influent significativement sur leurs performances. Ceux-ci peuvent être aussi bien liés au milieu (effet étable), à la génétique (race) ou même aux caractéristiques sociales des éleveurs (Chatellier *et al.*, 1997 ; Ledin et Lema, 1996). Parfois, l'analyse de type systémique basée sur l'exploitation d'une base de données peut être combinée à une expérimentation chez les éleveurs pour tester l'effet d'un paramètre d'élevage (alimentation notamment) sur les caractéristiques des produits, surtout en zone AOC (appellation d'origine contrôlée) (Coulon *et al.*, 1988). De même, ce genre de travaux peut être l'occasion de se pencher sur l'évolution de certaines tendances des élevages laitiers comme, par exemple, les taux butyreux et protéiques du lait (Sargeant *et al.*, 1999). Dans ces études, Bonneville *et al.* (1989) affirment qu'il est nécessaire d'analyser les pratiques des éleveurs, c'est-à-dire leur manière de gérer au jour le jour leurs troupeaux car, comme l'a rappelé Brossier (1973), « les agriculteurs, comme tous les individus, ont un comportement rationnel, c'est-à-dire qu'il y a cohérence entre les objectifs qu'ils cherchent à atteindre et les moyens mis en œuvre ». Cette nouvelle dimension acquise par les actions entreprises par les éleveurs, puisqu'ils deviennent objet d'étude et non pas seulement d'analyse, n'est pas sans bouleverser de manière radicale le comportement du chercheur en sciences animales (Landais et Deffontaines, 1988). Le tableau IV reprend de manière détaillée les différences fondamentales qui distinguent l'approche systémique de l'approche conventionnelle pour l'étude des élevages.

Dans leur travail de caractérisation des différences entre exploitations de bovins laitiers, Dobremez et Bousset (1996), en rappelant que cette hétérogénéité n'a jamais été souhaitée par les décideurs (Colson, 1985), insistent sur l'importance des analyses factorielles qui peuvent restituer l'extraordinaire richesse de l'information issue des RSE. Ils soulignent aussi qu'une des finalités de ces analyses est de dresser une typologie des exploitations étudiées, ce qui représente une tendance fort récente des méthodes d'étude des systèmes d'élevage (Landais, 1996c). L'objectif est de répondre à la question : qui produit du lait et selon quelles modalités ? La résolution de cette problématique est

Tableau IV. Caractéristiques schématiques de deux démarches différentes pour la recherche et l'action

Démarche analytique	Démarche systémique
Seul le résultat compte. Des solutions aux problèmes sont recherchées en priorité.	C'est le processus qui est important. Il faut bien poser le problème,
Le complexe est décomposé en éléments qu'il faut analyser.	Articulation et relation des éléments entre eux et avec le tout.
Supériorité de l'expert qui sait (schéma descendant de la connaissance).	Humilité de l'expert qui cherche à comprendre et qui apprend des choses et des gens.
L'expert croit à la meilleure solution.	Il pense qu'il y a plusieurs solutions satisfaisantes.
Construction d'une théorie fondée sur les mathématiques et priorité donnée au quantitatif.	Construction d'un modèle que l'on sait réducteur,
Validation par la preuve expérimentale.	Validation par l'efficacité dans la transformation du réel.
Enseignement disciplinaire (juxtaposition).	Transdisciplinarité.
Linéarité, monorationalité, monocritère dans la décision.	Plurirationalité, pluricritère.
Indépendance des fins et des moyens.	Récurtivité des fins et des moyens.
Les connaissances sont la découverte de ce qui préexiste (univers câblé).	Les connaissances sont construction du réel, elles agissent sur lui.
Mise à l'écart des contradictions pour rendre la réalité conforme au schéma.	Prise en compte des conflits et des contradictions.
L'expert est comme une « abeille » pour laquelle tout est codé.	L'homme est un « architecte » libre qui construit. Léonard De Vinci
Auguste Comte est la référence historique et épistémologique de cette conception.	semble être la référence adéquate,

Adapté de Le Moigne (1984)

importante car, au-delà de la simple classification, elle pose tout un ensemble de questionnements sur l'avenir des interventions des décideurs dans le domaine de l'élevage laitier (Perrot, 1990).

Dans le contexte des pays en développement où de telles bases de données sont rarement disponibles, par manque de l'infrastructure nécessaire à la collecte de l'information et aussi en raison des craintes des éleveurs à se voir appliquer de nouvelles taxes (De Jong, 1996), les chercheurs sont le plus souvent contraints d'aller chercher eux-mêmes les caractéristiques des élevages laitiers sur le terrain.

Tableau V. Les composantes, éléments et paramètres principaux des systèmes d'élevage

Composantes	Éléments	Paramètres	
Territoires villageois et systèmes de cultures	Structuration	Composition du fourrage	
	Production primaire	Répartition - surface	
	Utilisation par le bétail	Phytomasse	
		Composition chimique	
Évolution dans le temps	Évolution dans le temps	Valeur nutritive	
		Accessibilité	
		Appétibilité	
Interface	Comportement alimentaire	Ingestibilité	
		Variations saisonnières	
Interface	Comportement alimentaire	Variations interannuelles	
		Reproduction de l'écosystème	
Troupeau	Structure (statistiques)	Bilans	Bilan fourrager
		- Matière organique	
	Dynamique	- Fertilité (en relation avec le système de culture)	
		Espèces, races	
		Effectifs	
Animal	Animal	Composition	
		Reproduction	
Conduite	Conduite	Mortalité	
		Exploitation et croît	
		État sanitaire	
Production	Production	Stade physiologique	
		Âge	
		Performances individuelles	
Interface	Pratiques Soins Conduite Savoir-faire	Du troupeau	
		De l'alimentation	
Éleveur	Ethnie, famille, histoire Projets Organisation du secteur de l'élevage Besoins / revenus Relations avec la communauté Services de l'élevage	De la reproduction	
		Rôle du bétail (économique, culturel, religieux)	Modes de valorisation du bétail
Interface	Organisation foncière	Viande, lait, laine...	
		Fumier, force de traction...	
Interface	Organisation foncière	Gestion de l'espace et des pâturages	Stratégie : transhumance

D'après Lhoste (1984)

Lhoste (1984) rapporte qu'avant d'entamer la collecte et l'analyse de données, il faut tout d'abord commencer par se renseigner sur les niveaux d'organisation influant sur les résultats des élevages. Cet auteur propose un organigramme général déterminant le fonctionnement des systèmes de productions animales, qui constitue un inventaire exhaustif des objets d'étude du chercheur intéressé par ces entités (tab. V). À travers cette représentation simplifiée à l'extrême du fonctionnement des systèmes d'élevage, il est clairement affirmé que leur compréhension va bien au-delà de la seule connaissance du cheptel bovin.

C'est seulement en se fixant un objectif de collecte des informations qu'il faut ensuite réfléchir aux voies d'y parvenir, surtout lorsque peu de moyens sont disponibles (Labe et Palm, 1999). À ce niveau, Roeleveld et Van Den Broek (1999) distinguent deux types d'approche : l'enquête informelle et le suivi d'élevage. Pour ces auteurs, ces deux volets du travail sont complémentaires et le choix de privilégier l'un par rapport à l'autre est nécessaire lorsque les moyens matériels ne suffisent pas à les assumer pleinement. Un survol de la bibliographie disponible sur les études de systèmes laitiers en zone tropicale montre que les travaux adoptent généralement les deux démarches, allant d'abord d'une description générale des modalités de production basée sur une enquête rapide ou informelle (Hanyani-Mlambo *et al.*, 1998 ; Losada *et al.*, 1998) à une phase plus détaillée avec un formulaire d'enquête plus élaboré et permettant d'avoir une vision plus détaillée du fonctionnement des systèmes laitiers.

La part de l'analyse économique est prépondérante dans ce genre d'études car elle renseigne sur la viabilité de cette activité et sur les options de production retenues par les éleveurs (Debrah *et al.*, 1995 ; Dominguez *et al.*, 1995). Généralement, elle consiste surtout en le calcul de la marge brute des élevages laitiers qui, selon Johnson (1985), représente « la différence entre la valeur du chiffre d'affaires, à savoir la totalité des ventes de tous les produits, tels que le lait, les animaux et le fumier, et l'ensemble des coûts inhérents au processus de production ».

Une autre préoccupation des chercheurs sur les systèmes d'élevage laitier dans les pays en développement revient à s'intéresser aux répercussions de l'aval de la filière laitière sur la structuration des étables laitières (Meyer et Denis, 1999). À l'opposé de la situation en pays développés, où l'organisation des droits à produire (quotas, en Europe) garantit des possibilités certaines de commercialisation du lait, la majorité des producteurs des pays en développement écoulent leurs productions selon des canaux aléatoires et non pérennes. Ainsi, Alary (1999) rappelle la fragilité du système coopératif laitier en Inde face à l'épreuve de la libéralisation, dans un contexte où le gouvernement indien a fortement protégé cette filière, et pose la question de l'avenir des producteurs. Ces derniers s'étaient accoutumés à ce protectionnisme et avaient adapté leurs modes de production en conséquence, optant pour des systèmes très peu intensifiés. Au Maroc, il a aussi été clairement vu que les effets des possibilités d'accéder au marché du lait étaient variables selon les saisons, notamment à cause des changements climatiques et des périodes de célébrations religieuses (mois du Ramadan) et que ceci induisait des ajustements certains au niveau de l'organisation de la production (Sraïri et Medkouri, 1998).

L'étude des systèmes de production laitière, en pays en développement, est donc une condition préalable à l'amélioration de l'auto-provisionnement local (Meyer et Denis, 1999). Elle suppose la prise en compte de toutes les caractéristiques du milieu, qu'elles soient techniques (races animales, climat, savoir-faire...) mais aussi économiques et politiques (Roeleveld et Van Den Broek, 1999). La complexité de ce type d'études ne peut que revêtir des atouts certains mais elle comporte aussi des limites.

5. Atouts et limites des recherches sur les systèmes d'élevage laitiers

Le récent engouement pour les recherches sur les systèmes d'élevage a suscité tout un ensemble d'études pour cerner la durabilité des filières animales à travers le monde (Gibon *et al.*, 1999 ; Heitschmidt *et al.*, 1996). De manière plus spécifique aux élevages de bovins laitiers, de nombreuses méthodologies d'approche ont été proposées pour en évaluer la réussite économique (Coordonnier, 1986), pour en identifier les acteurs les plus dynamiques à travers des typologies d'exploitation (Dobremez et Bousset, 1996) ou pour en analyser les ateliers techniques défaillants (Brand *et al.*, 1996). Ces méthodes ont été appliquées dans divers environnements et ont même été ajustées selon les contraintes de disponibilité de l'information et de possibilités d'analyse, ce qui fait qu'actuellement plusieurs résultats sur les systèmes d'élevage laitier à travers le monde ont été publiés (Meyer et Denis, 1999). L'approche système appliquée aux productions animales semble être devenue une voie classique pour l'étude des élevages en raison des nombreux atouts prêtés aux RSA, notamment leur vision globale des problèmes des entités de production (Oltjen et Beckett, 1996 ; Ruthenberg, 1980). En ces moments de doutes pour les filière bovines laitières, tant des pays développés, à cause de la crise productiviste et de ses effets sur l'environnement, que pour les pays sous-développés, en raison de la mondialisation et de la croissance démographique, les études systémiques des élevages ont pour rôle de dresser un diagnostic complet des modes de production et, surtout, d'orienter la recherche ultérieure et d'en fixer les priorités (Roeleveld et Van Den Broek, 1999). Ainsi, après les écrits des années 80 qui expliquaient les échecs des projets de développement des productions animales en zone tropicale par l'absence de vision systémique (Gryseels, 1988), plusieurs auteurs retracent plus récemment des expériences d'amélioration des performances des systèmes d'élevage grâce à une approche globale (Zwart et De Jong, 1996 ; Schiere, 1995 ; Vissac, 1995). Par exemple, même dans le contexte des pays à fort potentiel de production laitière, les chercheurs essaient d'isoler les facteurs autres que techniques (conduite alimentaire et patrimoine génétique des vaches) qui peuvent influencer sur les résultats des systèmes laitiers (Ledin et Lema, 1996). Certes, ces méthodologies sont complexes, car elles requièrent souvent un travail de longue haleine relativement coûteux et qui nécessite la participation de compétences diverses pour garantir la pluridisciplinarité, mais elles sont une garantie pour éviter de ne pas gaspiller tout simplement les deniers de la recherche, surtout lors de transfert de technologies ou de matériel animal (vaches laitières et leurs produits ou paillettes de spermes ou embryons) des pays développés vers des pays plus démunis (De Jong, 1996 ; Jasiowski, 1990).

Néanmoins, l'approche systémique est loin d'être une panacée aux problèmes des systèmes d'élevage. Outre les besoins en temps et en moyens nécessaires, ce genre de démarche souffre de la diversité des approches et, surtout, des difficultés à enchaîner sur un processus de développement (Gryseels, 1988). Dans les pays du tiers-monde, la diversité et, parfois, l'antagonisme des caractéristiques des élevages (Amir et Knispscheer, 1989) font que les essais zootechniques qui devraient être menés en milieu paysan pour valider une approche de type recherche-développement ont peu de chances d'aboutir (tab. VI, ci-après). De ce fait, les objectifs globaux de la recherche risquent de ne pas être totalement concrétisés.

Des observations précédentes, il apparaît que les RSE appliquées aux bovins laitiers sont un outil d'étude dont les résultats peuvent être très avantageux pour caractériser les modes de production de lait dans un pays ou une région donnés. Au-delà du simple intérêt académique de ce genre de travaux, ils peuvent se justifier par le fait qu'ils constituent, selon plusieurs auteurs (Meyer et Denis, 1999 ; Simmonds, 1986), une étape de description et d'analyse indispensable avant d'entamer un quelconque processus de développement des élevages laitiers à grande échelle.

Tableau VI. Implications des caractéristiques des élevages sur les essais en milieu paysan dans les pays en développement

Facteur	Caractéristiques des élevages	Implications pour les essais zootechniques en milieu paysan
Mobilité	Élevée	Difficulté des mesures et du contrôle des facteurs non expérimentaux
Durée du cycle	Généralement plus d'un an	Augmentation des coûts et perte possible de l'unité expérimentale
Synchronisation du cycle	Unités peu synchronisées	Difficulté de trouver des unités comparables
Unités multiples	Viandes, peaux, lait, fumier, trait	Difficultés d'estimer l'effet du traitement
Intrants	Plusieurs types	Difficultés de mesure
Taille des unités expérimentales	Grande et indivisible	Augmentation des coûts et du risque pour les collaborateurs
Attitudes du producteur	Tabous personnels	Difficultés de marquer les bêtes ou d'en réduire le nombre
Variabilité dans la gestion	Élevée	Difficulté d'isoler l'effet du traitement
Unités à observer	Peu nombreuses	Grande variabilité statistique
Propriété	Souvent partagée	Gestion conjointe
Ressources	Souvent terres communales	Motivation réduite
Audience cible	Famille paysanne, communauté	Plus grande variabilité dans la gestion

D'après Gryseels (1988)

En conclusion

Après la Révolution verte, paroxysme de la vision techniciste uniformisée pour augmenter la productivité de l'agriculture dans les pays en développement, et son bilan plus que mitigé, l'approche systémique a certainement conquis du terrain comme nouvelle voie d'investigation pour l'agronomie. A cet égard, les études sur les systèmes d'élevage connaissent un regain d'intérêt certain et s'érigent comme outil indispensable pour la constitution de filières animales durables, fournisseuses de produits de qualité, créatrices de travail et de plus-value et permettant de gérer et de préserver l'environnement physique. Leur application à l'élevage bovin laitier est à plus d'un titre nécessaire et commence à se généraliser dans divers types d'écosystèmes, car ce type de production est certainement l'élevage le plus complexe en raison de la longueur de la filière traitant un produit périssable comme le lait. Au-delà des différences entre régions et entre groupes d'éleveurs, la formalisation d'une méthodologie pour l'étude des étables laitières et de leur insertion dans leur milieu humain et physique semble être devenue l'objectif prioritaire des équipes de chercheurs s'intéressant à ce type de problématiques. A ce niveau, si la prise de conscience de la nécessité de penser à des filières animales durables est actuellement établie et implique une orientation précise aux objectifs des chercheurs, la variabilité entre régions développées et pays en développement, et surtout la disparité des objectifs des éleveurs entravent la constitution d'une approche de recherche qui soit uniforme avec des méthodes universelles. Les perspectives de recherche demeurent donc largement ouvertes et intiment à tous les concernés par l'avenir de la production bovine laitière, aussi bien les chercheurs que les éleveurs, les pouvoirs publics et les organismes internationaux en charge de la recherche animale, à davantage d'efforts pour arriver à mettre sur pied des réseaux de compétence s'intéressant à ce vaste domaine •

Références bibliographiques

- ALARY F., 1999. Le système coopératif laitier en Inde à l'épreuve de la libéralisation. *Économie rurale*, 252, 35-41.
- AMIR P., KNIPSCHER H.C., 1989. *Conducting on-farm animal research : procedures and economic analysis*. Winrock International Institute for Agricultural Development and International Development Research Centre, USA, 244 p.
- ANDERSON J.R., 1992. Difficulties in African agricultural systems enhancement ? Ten hypotheses. *Agric. Syst.*, 38, 387-409.
- BEETS W.C., 1990. *Raising and sustaining productivity of smallholder farming systems in the tropics*. Ag Bé Publishing, P.O. Box 9125, 1800 GC Alkmaar, The Netherlands. 138 p.
- BÉRANGER C., VISSAC B., 1994. A holistic approach to livestock farming systems : theoretical and methodological aspects. In J. BROSSIER, L. DE BONNEVAL & E. LANDAIS : *Systems studies in agriculture and rural development*. INRA Éditions, Coll. Science Update, p. 148-164.
- BERNUS E., 1990. Les pasteurs nomades africains, du mythe éternel aux réalités présentes. *Cah. Sci. Hum.*, 26, 267-280.
- BONNEVIALE J.R., JUSSIAU R., MARSHALL E., 1989. *Approche globale de l'exploitation agricole-Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole : une méthode pour la formation et le développement*. Éditions INRAP, Document n° 90, Dijon, 329 p.
- BOSERUP E., 1990. *Évolution agraire et pression démographique*. Paris, Flammarion. 124 p.
- BRADFORD E., 1989. Animal agriculture research and development : challenges and opportunities. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 847-856.
- BRAND A., NOORDHUIZEN J.P.T.M., SCHUKKEN Y. H. (eds.), 1996. *Herd health management in dairy practice*. Wageningen Pers, Pays-Bas, 543 p.
- BROMLEY D., 1992. (ed.). *Making the commons work : theory, practice and policy*. Institute for contemporary studies. San Francisco. 339 p.
- BROSSIER J., 1973. Un essai de liaison entre la recherche, la formation et l'action à partir de l'analyse des décisions économiques des agriculteurs. *Annales ESR, INRA-ESR*, 2, 111-113.
- BYERLEE D., TRIPP R., 1988. Strengthening linkages in agricultural research through a farming system perspective : the role of social scientists. *Exper. Agric.*, 24, 137-151.
- BYERLEE D., HARRINGTON L., WINKELMAN D., 1982. Farming systems research : incursion research strategy and technology design. *Am. J. Agric. Econ.*, 64, 897-904.
- CHATELLIER V., COLSON F., ARNAULD F., GUESDON J.C., KEMPF M., LEGENDRE J., PERROT C., 1997. La diversité des systèmes d'élevage bovin en France et leur contribution à la production de viande bovine. *INRA Prod. Anim.*, 10, 227-240.
- COLSON F., 1985. Les États Généraux du Développement Agricole : un temps fort du thème de la diversité de l'agriculture et de la pluralité du développement. INRA Économie et sociologie rurales, Nantes. *Agriscopes*, 6, 17-25.
- CONWAY G.R., BARBIER E.B., 1990. *After the Green Revolution, sustainable agriculture for development*. Earthscan Publications Ltd., London, 205 p.
- CORDONNIER P., 1986. *Économie de la production laitière*. Tec Doc./ INRA Éditions, Paris. 218 p.
- COULEAU J., 1968. *La paysannerie marocaine*. Éditions du CNRS, 295 p.
- COULON J.B., ROYBIN D., CONGY E., GARRET A., 1988. Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variation dans les exploitations au pays de Thônes (Haute-Savoie). *INRA Prod. Anim.*, 1, 253-263.
- COUTY P., 1989. Risque agricole, périls économiques. In M. ELDIN, & P. MILLEVILLE : *Le risque en agriculture*. Éditions de l'ORSTOM. Coll. À travers champs. 561-574.
- CROTTY R., 1980. *Cattle, economics and growth*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough SI 2 3 BN, 253 p.
- CUNNINGHAM E.P., SYRSTAD O., 1987. Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. *FAO Animal Production and Health Paper 68*, FAO, Rome, Italy.
- DE BOER A.J., 1985. *Some basic features of Asian livestock production systems : factors underlying productivity-improvement programs*. Winrock International Livestock Research and Training Centre. Petit Jean Mountain, Morrilton, Arkansas.
- DEBRAH S., SISSOKO K., SOUMARÉ S., 1995. Étude économique de la production laitière dans la zone péri-urbaine de Bamako au Mali. *Rev. Elev. Méd. Vet Pays Trop.*, 48, 101-109.
- DE GASPARIN A., 1843. *Cours d'Agriculture*. Paris, La Maison Rustique. 5 vol.
- DE JONG R., 1996. *Dairy stock development and milk production with smallholders*. Ph. D Thesis. Wageningen University, The Netherlands. 308 p.
- DE WIT C.T., 1992. Resource use efficiency in agriculture. *Agric. Sys.*, 40, 125-151.
- DOBREMEZ L., BOUSSET J.P., 1996. *Rendre compte de la diversité des exploitations agricoles. Une démarche d'analyse par exploration conjointe de sources statistiques, comptables et technico-économiques*. CEMAGREF Éditions, Études de gestion des territoires n° 17, Antony, 318 p.
- DOMINGUEZ E.L., SÁNCHEZ C.I., NADER L.M.R., 1995. Descripción de los parámetros productivos, reproductivos y de las tecnologías de producción en sistemas intensivos de ganadería bovina en el sur del valle geográfico del río Cauca. *Acta Agronomía (Colombia)*, 45, 105-110.
- EDDEBBARH A., 1991. Alternative breeding programs for dairy cattle in North Africa. In B. RONCHI, A. NARDONE & J.G. BOYAZOGLU: *Animal husbandry in warm climates*, Wageningen Pers. EAAP Publication n° 55, Wageningen, Pays-Bas, 81 - 88.
- FARRINGTON J., MARTIN A.M., 1988. Farmer participatory research : a review of concepts and recent fieldwork. *Agric. Admin. & Extension.*, 29, 247-264.
- FLAMANT J.C., 1991. Problems associated with the transfer of genetic material from temperate to warm Mediterranean regions : consequences on the equilibration of the animal production systems. In B. RONCHI, A. NARDONE & J.G. BOYAZOGLU: *Animal husbandry in warm climates*, Wageningen Pers. EAAP Publication n° 55, Wageningen, Pays-Bas, 48-54.
- FRESCO L.O., WESTPHAL E., 1988. A hierarchical classification of farm systems. *Expl. Agric.*, 24, 399-419.
- GIBON A., SIBBALD A.R., FLAMANT J.C., LHOSTE P., REVILLA R., RUBINO R., SORENSEN J.T., 1999. Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming. *Livest. Prod. Sci.*, 61, 121-137.

- GLICK T., 1970. *Irrigation and society in Medieval Valencia*. Cambridge, Mass. Cambridge University Press. 153 p.
- GRIGG D., 1982. *The dynamics of agricultural change, the historical experience*. Hutchinson, London, 260 p.
- GRYSEELS G., 1988. *Role of livestock on mixed smallholder farms in the Ethiopian highlands. A case study from the Baso and Worena wereda near Debre Berhan*. Ph D Thesis. Wageningen University, The Netherlands. 249 p.
- HANYANI - MLAMBO B.T., SIBANDA S., ØSTERGAARD V., 1998. Socio-economic aspects of smallholder dairying in Zimbabwe. *Livest. Res. Rural Dev.*, 10, 1-12.
- HARDIN G., 1968. The tragedy of commons. *Science*, 162, 1243-1248.
- HARRIS M., 1988. *Culture, people, nature : an introduction to general anthropology*, 5th edition. Harper and Row, New York, 678 p.
- HART R.D., 1982. An ecological systems conceptual framework for agricultural research and development. In W.W. SHANER, P.F. PHILIPPS & W.R. SCHMEHL : *Readings in farming systems research and development*. Westview special studies in agriculture / aquaculture science and policy. Westview Press, Boulder (Colorado), 44-59.
- HAUBERT M., 1999. Les mouvements paysans et le développement à la base. In M. HAUBERT : *L'avenir des paysans : les mutations des agricultures familiales dans les pays du Sud*. Editions IEDES, coll. Tiers Monde, Presses universitaires de France, Paris. 38-67.
- HAYAMI Y., RUTTAN V.W., 1985. *Agricultural development, an international perspective*. The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 506 p.
- HEITSCHMIDT R.K., SHORT R.E., GRINGS, E.E., 1996. Ecosystems, sustainability, and animal agriculture. *J. Anim. Sci.*, 74, 1395-1405.
- HOLMAN F., ESTRADA R.D., ROMERO F., VILLEGAS L., 1992. Technology adoption and competitiveness in small milk producing farms in Costa Rica. *Livest. Res. Rural Dev.*, 4, 38-46.
- HOPKINS T.K., WALLERSTEIN I., 1982. World-systems analysis : theory and methodology. *Exploration in the world economy*, vol. 1., Sage, Beverley Hills. 200 p.
- JASIOROWSKI H.A., 1991. European animal husbandry : a model to adopt or reject by developing countries ? In E. Rossier : *On the eve of the 3rd millenium, the European challenge for animal production*. European Association for Animal Production. Wageningen Pudoc, Pays-Bas, EAAP Publication n° 48, 127-141.
- JODHA N.S., 1986. Common property resources and rural poor in dry regions of India. *Economic and political weekly*, 21, 1169-1181.
- JOHNSON D.T., 1985. *The business of farming : a guide to farm business management in the tropics*. London and Basingstoke. Mc Millan Publishers Ltd., 184 p.
- LABÉ V., PALM R., 1999. Statistique, empirique, informelle : quelle enquête pour la collecte d'informations sur les exploitations agricoles ? *Cahiers Agriculture*, 8, 397-404.
- LANDAIS E., 1996a. La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 27, 12-31.
- LANDAIS E., 1996b. Élevage bovin et développement durable. *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 29, 28-42.
- LANDAIS E., 1996c. Typologie d'exploitations agricoles. Nouvelles pratiques, nouvelles méthodes. *Economie rurale*, 236, 3-15.
- LANDAIS E., 1990. Sur les doctrines des vétérinaires coloniaux français en Afrique noire. *Cah. Sci. Hum.*, 26, 33-71.
- LANDAIS E., 1983. *Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du nord de la Côte d'Ivoire*. Maisons-Alfort, IEMVT, vol. 1 et 2., 789 p.
- LANDAIS E., DEFFONTAINES J.P., 1988. Les pratiques des agriculteurs : points de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Économie Rurale*, 109, 26-37.
- LATOUR B., 1995. *Le métier de chercheur : regard d'un anthropologue*. Paris, INRA Éditions. Coll. Sciences en questions, 96 p.
- LEDIN L., LEMA A., 1996. Associations between some social, structural and technical factors and the milk production of dairy cows. A statistical analysis based on the Swedish milk recording system. *Swedish J. Agric. Res.*, 26, 19-30.
- LE GRAND Y., HOCHET A.M., 1998. *Tradition pastorale et modernisation des systèmes de production au Sahel*. L'Harmattan, Paris, 224 p.
- LE MOIGNE J.L., 1984. *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. PUF. Paris. 159 p.
- LHOSTE P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. *Cahiers de la Recherche-Développement*, 3-4, 84-88.
- LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. *Manuel de zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage*. Éditions du CIRAD. Coll. Manuels et précis d'élevage. Montpellier, 288 p.
- LORD ERNLE K., 1961. *English farming, past and present*. 6th edition, Heineman, London, Melbourne, Toronto, Frank Cass & Co. London, 559 p.
- LOSADA H., BENNETT R., CORTES J., VIEYRA J., ARIAS L., SORIANO R., AVALETA Z., 1998. The production of milk from dairy herds in the suburban conditions of Mexico City. II. The case of the region of Xochimilco in the South-East of the City. *Livest. Res. Rural Dev.*, 10, 23-29.
- MC DOWELL R.E., 1981. Limitations for dairy production in developing countries. *J. Anim. Sci.*, 64, 463-2475.
- MC INTIRE J., GRYSEELS G., 1987. Crop-livestock interactions in sub-saharan Africa and their implications for farming systems research. *Exp. Agric.*, 23, 235-243.
- MERRILL-SANDS D., 1986. Farming systems research : clarification of terms and concepts. *Exp. Agric.*, 22, 87-104.
- MERRILL-SANDS D., BIGGS S.D., BINGEN R.J., EWELL P.T., MCALLISTER J.L., POATS S.V., 1991. Integrating on-farm research into national agricultural research systems : lessons for research policy, organization and management. In R. TRIPP : *Planned change in farming systems*. Wiley Sayce Co-Publication, New York, 287-316.
- METZGER R., CENTRES J.M., THOMAS L., LAMBERT J.C., 1995. *L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers. Un potentiel pour le développement rural*. FAO. Division de la production et de la santé animales, Rome, 106 p.
- MEYER C., DENIS J.P., 1999. (coord.) *L'élevage laitier en zones tropicales*. Éditions du CIRAD. Montpellier. 314 p.
- MIRHAM G.A., 1972. *Simulation : statistical foundation and methodology*. Academic Press, New York, 526 p.
- NESTEL B. (ed.), 1984. *Development of animal production systems*. World Anim. Sci. A2, Elsevier, Amsterdam, 435 p.
- NORMAN D.W., 1980. Farming systems research to improve the livelihood of small farmers. *Am. J. Agric. Econ.*, 60, 813-818.
- ODUM H.T., 1971. *Environment, power and society*. Wiley Interscience, New York, USA. 331 p.
- OLESEN I., GROEN A.F., GJERDE B., 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *J. Anim. Sci.*, 78, 570-582.
- OLTJEN J.W., BECKETT J.L., 1996. Role of ruminant livestock in sustainable agriculture. *J. Anim. Sci.*, 74, 1406-1409.

- ØRSKOV E.R., 1993. Reality in rural development with emphasis on livestock. Ed. Rowett Research Institute Ltd. Aberdeen, 88 p.
- PERROT C., 1990. Typologie d'exploitations construite par agrégation autour de pôles définis à dire d'experts. Proposition méthodologique et premiers résultats obtenus en Haute-Marne. *INRA Prod. Anim.*, 3, 51-66.
- PONTING C., 1991. *A green history of the World*. Penguin Books, London, 432 p.
- POSNER J.L., GILBERT E., 1991. Sustainable agriculture and farming systems research teams in semi-arid West Africa : a fatal attraction. *J. Farming System Res. Ext.*, 2, 71-86.
- REINHARD S., 1999. *Econometric analysis of economic and environmental efficiency of Dutch dairy farms*. Ph-D Thesis. Wageningen University, Pays-Bas, 184 p.
- RENFREW C., 1994. World linguistic diversity. *Scientific American*, 145, 104-110.
- ROELEVELD A.C.W., VAN DEN BROEK, A., 1999. *Les systèmes d'élevage : orienter la recherche*. Institut Royal des Tropiques, Amsterdam, 165 p.
- RUTHENBERG H., 1980. *Farming systems in the tropics*. Third edition. Clarendon Press, Oxford, UK, 424 p.
- SARGEANT J.M., LESLIE K.E., SHOUKRI M.M., MARTIN S.W., LISSEMORE K.D., 1999. Trends in milk component production in dairy herds in Ontario. *Can J. Anim. Sci.*, 78, 413-420.
- SCHIERE J.B., 1995. *Cattle, straw and system control*. Ph-D Thesis. Wageningen University, Pays-Bas, 216 p.
- SCHIERE J.B., DE WIT C.T., 1993. Feeding standards and feeding systems. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43, 121-134.
- SHANER W.W., PHILLIPS P.F., SCHMEHL W.R., 1982. *Readings in farming systems research and development*. Westview special studies in agriculture / aquaculture science and policy. Westview Press, Boulder (Colorado), 414 p.
- SEBILLOTTE M., 1996. *Les mondes de l'agriculture. Une recherche pour demain*. Paris, INRA Éditions, coll. Sciences en questions, 258 p.
- SIMMONDS N.W., 1986. A short review of farming systems research in the tropics. *Exp. Agric.*, 22, 1-13.
- SPEEDING C.R.W., 1988. *An introduction to agricultural systems*. 2nd edition, Elsevier Applied Science, London, 189 p.
- SRAIRI M.T., MEDKOURI H., 1998. Production et écoulement du lait en région d'agriculture pluviale au Maroc. *Tropicultura* (Bruxelles), 16/17(4), 321-326.
- SRAIRI M.T., BAQASSE M., 2000. Devenir et performances de génisses pie noires frisonnes importées au Maroc. *Livest. Res. Rural Dev.*, 12, 3. <http://www.cipav.org.co/llrd/llrd12/3/sra123.htm>
- SYRSTAD O., 1989. Dairy cattle cross-breeding in the tropics : performance of secondary cross-bred populations. *Livest. Prod. Sci.*, 23, 97-106.
- TRIPP R., 1991. The farming systems research movement and on-farm research. In TRIPP R. (ed.) *Planned change in farming systems*. Wiley-Sayce Co-Publication, New York, 3-16.
- VAVRA M., 1996. Sustainability of animal production systems : an ecological perspective. *J. Anim. Sci.*, 74, 1418-1423.
- VISSAC B., 1995. Productions animales et systèmes agraires. L'exemple des bovins laitiers. *INRA Prod. Anim.*, 7, 97-113.
- WHITE K.D., 1970. *Roman farming*. Thames and Hudson, London, 536 p.
- WILLIAMSON G., PAYNE W.J.A., 1965. *An introduction to animal husbandry in the tropics*. 2nd Edition, Tropical Agriculture Series, Longman. 447 p.
- ZWART D., DE JONG R., 1996. Animal health and dairy production in developing countries. In A. BRAND, J.P.T.M. NOORDHUIZEN & Y.H. SCHUKKEN: *Herd health management in dairy practice*. Wageningen Pers, Pays-Bas, 511-543.

