

Une grille de lecture pour comparer les transformations des systèmes d'élevage et des territoires et évaluer la faisabilité de leur modélisation générique dans un contexte de changement globalisé

ICKOWICZ A. (1), GIBON A. (2), TOURRAND J.F. (3)

(1) Cirad, UMR Errc, Montpellier SupAgro-Inra, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1

(2) Inra, UMR DynaforInra-Inpt/Ensaf, Centre Inra, Chemin de Borde Rouge, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan cedex

(3) Cirad, Avenue Agropolis, TA 179 / 04, 34398 Montpellier Cedex 5

Nous associons à ce travail les équipes de terrain qui ont fourni et participé à l'analyse des informations de base, animées par G. Guerin, J. Lasseur, G. Leclerc, C. Monteil, H. Morales, C. Simon, I. Touré.

RESUME – La mondialisation des grands enjeux sociaux, environnementaux, économiques pousse les sociétés rurales des pays du nord comme du sud à une transformation rapide. L'élevage herbager ou sur parcours naturels y joue un rôle majeur dans les zones les plus difficiles à valoriser. Les systèmes d'élevage y sont soumis à divers facteurs de forçage qui amènent à questionner leur contribution actuelle et future à un développement durable. Au sein d'un programme de recherche international, huit études de cas ont été choisies pour analyser et comparer les processus de transformation des systèmes d'élevage et des territoires sur le temps long dans des contextes socio-écologiques contrastés. A l'aide des outils de la simulation multi-agents (SMA) et des méthodes de scénarios, nous étudions la possibilité de mettre au point un modèle générique de transformation. La première étape de l'analyse comparative est basée sur l'application d'une grille de lecture commune organisée en huit critères de comparaison qui portent sur les aspects biophysiques, socioéconomiques des systèmes locaux et les options de modélisation qui en découlent. Cette méthode a permis de mettre en évidence des facteurs communs et spécifiques aux terrains. Ces éléments de comparaison plaident en faveur d'un modèle générique potentiel qui devra rester ouvert aux spécificités régionales afin de proposer et tester des scénarios de changement et de développement durable probablement divers.

Using a matrix to compare livestock system and landscape transformation and to assess a potential common model in a changing international context

ICKOWICZ A. (1), GIBON A., TOURRAND J.F.

(1) Cirad, UMR Errc, Montpellier SupAgro-Inra, 2 Place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1

SUMMARY – The globalisation of social, economic and environmental issues lead rural societies from northern and southern countries to rapid changes. Grassland and rangeland livestock systems play a major role in the development of the most difficult areas. The effects of main drivers on livestock system dynamics raise important questions on their current and future contribution to sustainable development. Within an international research programme, eight case studies were selected in a variety of socioeconomic situations to analyse and compare the combined transformation processes of livestock systems and landscape in the long term. Through multi-agent modelling and scenario methods, we tested the hypothesis of a generic transformation model. The first step of this study was to analyse and compare the case studies using an information matrix. In this matrix, eight groups of criteria were identified on biophysical and socioeconomic issues and their representation in the models. This first study showed generic and specific elements and processes for the different case studies but that advocate for a possible common model on the transformation of livestock systems and the landscapes. However, this generic model needs to consider local specificities to allow and test scenarios that represent the possible diversity of sustainable development.

INTRODUCTION

La mondialisation croissante des échanges commerciaux et la globalisation plus récente des enjeux environnementaux (changement climatique, dégradation des terres), économiques (réorganisation des marchés et filières) et sociaux (développement humain) en lien avec le concept de développement durable, poussent l'élevage des pays du nord comme du sud à des transformations accélérées (Hodges, 2005). Les systèmes d'élevage herbagers ou sur parcours, situés le plus souvent sur les zones difficiles à valoriser, connaissent en particulier un changement profond dans leurs différentes fonctions (Hervieu, 2002, Tichit *et al.*, 2004). Dans un programme de recherche international sur la transformation de l'élevage et la dynamique des espaces (TRANS), un groupe de chercheurs tente d'analyser et de modéliser ces transformations dans des contextes du nord et du sud. Un des objectifs des travaux est d'aider les acteurs locaux dans leur choix d'options de développement local. L'outil commun adopté est celui de la Simulation Multi-Agents (SMA), qui permet la modélisation des systèmes complexes et des interactions entre facteurs biophysiques et

humains (Bousquet et Le Page, 2004). Il a déjà montré sa pertinence pour aborder ces questions de recherche (Etienne *et al.*, 2003, Bonaudo *et al.*, 2005, Bah *et al.*, 2006) et est maîtrisé par les équipes du projet sur le terrain. Ces travaux sont conçus comme une première étape dans la recherche d'un modèle potentiellement générique des changements des systèmes d'élevage et des territoires. Une démarche courante dans la modélisation des systèmes complexes consiste en effet à rechercher les éléments majeurs communs aux systèmes locaux pour en construire un modèle générique (Lambin *et al.*, 2003, Gibon et Hermansen, 2006).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. CHOIX DE TERRITOIRES CONTRASTES

Au sein des cinq régions du monde contrastées choisies dans le projet TRANS (tableau 1), huit études de cas ont été retenues pour ce travail de modélisation des dynamiques locales des territoires et des systèmes d'élevage. Les études de cas ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- Caractère contrasté des situations locales
- Acquis de recherche sur les systèmes d'élevage et les dynamiques territoriales

- Existence d'enjeux forts de développement des territoires liés à l'élevage
- Présence d'équipes de recherche compétentes sur les modèles SMA ayant ou non développé préalablement des modèles opérationnels

La sélection des études de cas -ou « sites »- a été effectuée entre chercheurs après une première mise en commun des acquis sur les dynamiques locales. Ces sites sont caractéristiques des principaux enjeux de développement qui lient aujourd'hui les territoires, l'élevage et des dynamiques des ressources naturelles (tableau 2).

1.2. DEFINITION D'UNE GRILLE DE LECTURE

1.2.1. Les critères

Nous avons analysé, pour chaque étude de cas, les éléments de leurs caractéristiques territoriales, de leurs systèmes d'élevage et leur représentation dans les modèles, de façon à identifier les éléments spécifiques et ceux d'une portée plus générale. L'enjeu est de faciliter le partage et la réflexion entre les chercheurs qui participent à la structuration des modèles de transformation. Lors d'un premier atelier de travail, un ensemble de critères de caractérisation des sites d'étude a été défini empiriquement. Huit groupes de critères ont été retenus :

- 1- Caractéristiques des territoires : histoire des populations, statut foncier, occupation des sols
- 2- Contexte englobant et problématique locale de recherche-développement : contextes politique, économique et écologique
- 3- Caractéristiques des systèmes d'élevage : structure des exploitations, types d'activité, importance et nature des produits commerciaux
- 4- Dynamiques territoriales en cours : écologiques, sociales, économiques, origine de la demande de R / D
- 5- Enjeux de développement territorial : maintien de paysages, biodiversité, préservation d'écosystèmes, viabilité des sociétés et exploitations
- 6- Caractéristiques du modèle SMA existant ou envisagé : échelle spatiale, agents identifiés, pas de temps et période de la simulation, nature de l'implication des acteurs locaux dans sa construction
- 7- Types d'indicateurs utilisés : économiques, écologiques, sociaux
- 8- Scénarios envisagés : changements techniques, options politiques, évolutions climatiques et environnementales

La grille obtenue a été renseignée par les chercheurs, en tant qu'experts de leurs régions d'étude.

1.2.2. L'analyse des informations

Les informations ont été saisies dans une matrice (critères x sites) sous forme de textes détaillés explicites d'une part et sous forme synthétique de mots clés d'autre part, après une première synthèse permettant d'identifier les mots clés.

Ces informations ont été analysées qualitativement, en recherchant les caractéristiques communes aux différents sites, les spécificités, l'étendue des variations des données quantitatives (superficies, structures relatives des territoires et des exploitations, cheptel, variables temporelles). Un examen des relations entre les caractéristiques biophysiques et socio-économiques des territoires et les options de modélisation retenues par les équipes a été réalisé afin

d'analyser leur cohérence. Les résultats de cette analyse ont été discutés entre les chercheurs lors d'un atelier. Cette démarche a permis :

- de corriger certaines erreurs d'interprétation des critères
- de discuter et valider les caractéristiques communes et spécifiques des sites et modèles
- de construire un socle minimum commun de démarche de modélisation en identifiant la nature potentielle des principaux agents, fonctions et facteurs de forçage des dynamiques territoriales
- à partir de ce socle commun d'évaluer la part de genericité et de spécificité des sites, ainsi que des modèles et scénarios développés par chaque équipe.

Dans notre démarche collective, nous considérons comme élément générique tout attribut, entité, ou processus constitutif de l'organisation et de la dynamique des systèmes, commun aux sites ou modèles étudiés, et susceptible d'être représenté sous différentes modalités dans le cadre d'un modèle générique.

2. RESULTATS

Le tableau 3 présente une synthèse de l'analyse des éléments qui marquent la genericité des études de cas abordées selon la grille de lecture proposée. Nous commentons et détaillons ci-dessous les résultats selon cinq thèmes : les territoires et leurs contextes, les systèmes sociotechniques d'élevage et leurs dynamiques, les enjeux de développement territorial, la structure des modèles, les scénarios considérés

2.1. TERRITOIRES ET SYSTEMES D'ELEVAGE

2.1.1. Territoires et contextes

Les huit territoires d'étude considérés ont des superficies allant de quelques dizaines à quelques milliers de km². Les terres y sont utilisées par l'agriculture et l'élevage dans des proportions variées avec souvent moins de 20 % de terres cultivées. L'activité d'élevage est mise en œuvre par des populations autochtones (cinq cas sur huit = 5/8) et / ou migrantes plus ou moins anciennes (4/8). L'origine de ces populations et leur ancienneté est en lien avec le type d'exploitation et parfois avec le statut et les droits sur le foncier. Le régime foncier est privé ou collectif, associant souvent les deux formes (4/8), notamment concernant les parcours. Ces régimes sont souvent instables dans leur statut ou posent aujourd'hui avec acuité des questions de transmission, pour le privé notamment.

Les contextes politiques locaux sont marqués dans l'ensemble par des processus de décentralisation établis ou en cours (5/8), ou libéraux (3/8). Plus rarement on note des politiques actives d'aménagement (1/8), ces éléments impactant directement sur la dynamique des territoires. Le contexte économique est soit régulé (5/8) soit très libéral (3/8) et alors fortement marqué par les tendances et aléas des filières et marchés internationaux.

Les contextes écologiques sont tous très marqués par de fortes dynamiques de dégradation ou d'altération des ressources naturelles (déforestation 2/8, reforestation 4/8, dégradation des sols 2/8), pour une grande part non liées à l'élevage mais interagissant fortement avec celui-ci. Elles sont liées aux pressions et mouvements démographiques sur les zones urbaines ou périurbaines (4/8) ou rurales (4/8).

Ces différents facteurs débouchent sur des questions communes qui portent sur l'avenir des systèmes d'élevage

et leur transformation dans un contexte de territoire multi-usage de plus en plus prégnant. Seuls les aménagements d'origine étatique semblent représenter un processus spécifique de dynamique territoriale.

2.1.2. Systèmes d'élevage et leurs dynamiques

Les systèmes d'élevage étudiés sont à base de bovins (5/8) ou d'ovins dominants (2/8) dans des systèmes extensifs (3/8) ou mixtes agriculture-élevage (5/8) avec toujours une composante parcours. La pluriactivité extra-élevage et / ou extra-agricole est dominante sur tous les sites. Les exploitations sont orientées vers la commercialisation : lait (7/8), viande (8/8), et parfois laine. La part d'autoconsommation est faible voire négligeable (< 5 %) sauf sur le site africain où ce phénomène reste à analyser localement pour en qualifier la spécificité en tant que processus de fonctionnement du système.

2.1.3. Les enjeux de développement territorial

Qu'il s'agisse de préserver la qualité productive des espaces et / ou la valeur touristique des territoires, le maintien des paysages ouverts apparaît comme un enjeu partagé sur tous les sites. Parmi les enjeux identifiés par les équipes de recherche, la préservation de la biodiversité est également mentionnée, mais indirectement et plus souvent en lien avec l'existence de réserve ou parc (2/8) ou la préservation d'écosystèmes particuliers (forêts, milieux aquatiques,...) Les enjeux sociaux se rapportent à la sécurisation des exploitations (8/8), à travers des processus d'accroissement et de diversification des revenus (6/8), de sécurisation foncière (4/8) et de maintien du potentiel productif.

2.2. MODELES ET SCENARIOS DE TRANSFORMATION

2.2.1. Les structures des modèles

La modélisation de la transformation des territoires et systèmes d'élevage s'inscrit, dans chacun des sites, dans une démarche de recherche-développement où ils est attendu de la simulation des dynamiques à l'œuvre sous diverses hypothèses de changement qu'elle aide chercheurs et acteurs locaux à mieux comprendre les liens entre processus sociaux et naturels, pour mieux fonder leurs actions dans une perspective de développement durable. On admet en effet aujourd'hui que c'est dans l'entretien de la capacité des sociétés locales à s'adapter au changement que réside pour une grande part la possibilité de développer des systèmes d'élevage durable (Gibon et Hermansen, 2006). Pour modéliser ces dynamiques, l'échelle spatiale choisie par les équipes va d'une ou plusieurs communes (5/8) à un territoire pastoral, lorsque les terres collectives sont dominantes (3/8). Les superficies considérées par le modèle vont ainsi de quelques dizaines à mille km².

Les agents communs identifiés pour les modèles sont les différents producteurs, les parcelles agricoles ou parcours, les terroirs ou villages, les exploitations (8/8). L'identification comme agents du modèle des troupeaux, des bergers, des élus locaux et institutions n'est pas systématique. Cela pose question pour les deux derniers quand le processus de co-construction des modèles avec les acteurs locaux est annoncé comme principe.

Les pas de temps retenus pour la simulation s'étendent de la semaine au semestre indiquant des perceptions des processus de transformation variés. L'horizon de la période

de simulation s'étend quant à lui de quinze à trente-cinq ans indiquant des perceptions comparables de l'échelle de temps des transformations qui peuvent être analysées.

Les indicateurs écologiques, sociaux et économiques à ce stade du travail sont encore incomplètement construits et identifiés. On s'accorde sur des indicateurs partagés (occupation de terres, effectif en bétail, production, revenus, commercialisation). D'autres sont discutés comme l'évolution du climat, la démographie, l'accès aux financements. La finalisation de ces choix sera réalisée avec l'avancée du travail de structuration des modèles par site.

2.2.2. Les scénarios envisagés

Les scénarios sont construits en partenariat entre les équipes de recherche et les acteurs des sites étudiés. Bien que spécifiques en ce sens du contexte local, ils relèvent pour la plupart d'éléments reconnus comme des déterminants génériques de l'évolution des relations agriculture-environnement (Lambin et Geist, 2002). Les changements sociotechniques envisagés apparaissent très variés selon les sites. Ils concernent par exemple des actions d'intensification, de diversification, de spéculation foncière, de récupération d'aires protégées envisageables par rapport au contexte particulier du site.

Les options politiques touchent pour la plupart la gestion du foncier, de l'eau, les mesures agri-environnementales, la régulation des marchés, les financements d'aménagements et d'investissements.

Si la prise en compte des transformations du climat est vue dans toutes les études de cas comme une nécessité, ces transformations restent en fait peu abordées et rarement implémentées au stade actuel en termes de sous-modèles spécifiques, de scénarios plausibles, d'indicateurs, à l'exception, de la sécheresse en milieu sahélien.

3. DISCUSSION

La modélisation des relations entre les systèmes d'élevage et les ressources naturelles et les paysages constitue une question complexe, abordée pragmatiquement dans le cadre de ce programme au moyen d'une collection d'études de cas divers. Ce type de démarche est reconnu aujourd'hui comme pertinent dans la modélisation des systèmes complexes à l'interface nature-société (e.g. Lambin *et al.*, 2003). La mise au point d'une grille de lecture commune des transformations des territoires et des systèmes d'élevage et des contenus des projets de modélisation a permis de mettre en évidence un premier niveau qualitatif de genericité et de spécificité. Le tableau 3 fait la synthèse de cette évaluation. Nos résultats nous conduisent à émettre l'hypothèse qu'un impact de la mondialisation (économique, écologique et sociale) est de rapprocher les problématiques qui touchent les systèmes d'élevage et les territoires, au nord comme au sud. Les interdépendances sont aujourd'hui si importantes sur les grands enjeux (climat, démographie, compétition économique, sécurisation des sociétés et des écosystèmes) que les modèles de transformation (agents et processus) semblent converger dans leur structure et leur fonctionnement. Cette perception ne semble pas encore totale chez les chercheurs puisque l'intégration des acteurs externes à l'exploitation dans les modèles n'est pas un acquis. Peut-on encore raisonner localement ? Par ailleurs, les pas de temps choisis pour la transformation des systèmes semblent encore très variables. Existe-t-il une telle divergence de rythme dans

ces processus de transformation ? Quel est le degré d'indépendance de ces transformations à l'échelle mondiale ? Cette première étape doit être poursuivie par une comparaison des modèles, de leur fonctionnement et produits afin d'aborder ces questions. Elle appelle aussi à une réflexivité par rapport à la littérature internationale sur la recherche sur / pour le développement durable, où la dualité entre local et global a fait l'objet de nombreuses investigations (Robert *et al.*, 2005).

CONCLUSION

La grille de lecture proposée a permis d'appréhender un rapprochement des problématiques de changement des systèmes d'élevage et des territoires dans différentes régions du monde, au-delà des spécificités des situations et des enjeux locaux. Ainsi, le contenu d'un modèle générique se dessine, qui devra cependant pouvoir intégrer des spécificités locales pour évaluer le développement durable sous toutes ses formes et interactions. L'élaboration de ce (ces) modèle(s) demande de préciser encore les structures, les fonctions, les indicateurs, les scénarios en testant et validant les produits issus des simulations auprès des différents acteurs.

Ces travaux sont conduits dans le cadre du projet ADD-TRANS. Ils bénéficient d'un soutien financier de l'ANR, du CEMAGREF, du CIRAD et de l'INRA.

- Bah A., Toure I., Le Page C., Ickowicz A., Diop A.T., 2006.** *Mathematical and Computer Modelling*, 44, 513-534
- Bonaudo T., Bommel T., Tourrand J.F., 2005.** *Proceedings of Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management (SMAGET)*, Bourg-St-Maurice, France
- Bousquet F., Le Page C., 2004.** *Ecol. Model.*, 176, 313-332.
- Etienne M., Le Page C., Cohen M., 2003.** *J. of Artificial Societies & Social Simulations*, 6(2)
- Gibon A., Hermansen J.E., 2006.** *EAAP 2006, Antalya, Turkey – Sept. 2006*, invited paper, 12pp.
- Hervieu B., 2002.** *Fourrages*, 171, 219 – 226
- Hodges J., 2005.** *Livest.Prod.Sci.*, 92, 1-16
- Lambin E.F., Geist H.J., 2002.** *Global Change Newsletter*, 46, 27-30
- Lambin E.F., Geist H.J., Lepers E., 2003.** *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 205-241
- Robert K.W., Parris T.M., Leiserowitz A., 2005.** *Science and Policy for Sustainable Development*, 47, (3): 8-21
- Tichit M., Hubert B., Doyen L., Génin, D., 2004.** *Anim. Res.*, 53, 405-417

Tableau 1 : Eléments de comparaison de la situation de l'élevage dans les régions étudiées par le projet TRANS

Régions	Montagne / France	Amazonie / Brésil	Sahel / Sénégal	Pampa / Uruguay	Montagne / Vietnam
Politiques publiques	Réglementaire contractuelle/ subventions	Ultralibérale	Peu structurée	Libérale	Dirigée/ subventions
Structure des exploitations	Moyennes (50 ha ?)	Grandes à très grandes (100 à > 1000 ha)	Collectives	Grandes	Petites (< 5 ha)
Foncier	Stable	Recomposition	Conflits	Stable	Stable
Main d'œuvre	Base familiale	Salariat ou familiale	Familiale +/- salariat	Salariat	Familiale
Activités/Travail	Souvent pluriactifs/ Temps libre	Capitaliste pur ou pluriactif	Labueur paysan / Temps libre	Double actif	Labueur paysan

Tableau 2 : Enjeux de développement et dynamique des territoires sur les sites d'étude choisis

Enjeux et dynamique des territoires		Durabilité de l'élevage menacée par la dynamique		Durabilité des écosystèmes menacée par l'élevage	Elevage, outil de développement territorial
Régions	Sites	Territoriale	Ecologique		
Sahel / Sénégal	Lac Guiers-Tatki	***	*	-	**
Amazonie / Brésil	Agriculture familiale	-	*	***	**
Fronts pionniers	Ranchs	-	-	**	***
	Larzac	-	***	-	***
Montagne / France	Luberon	***	-	-	**
	Pyrénées Bigourdanes	***	***	-	***
	Coteaux de Gascogne	**	**	-	**
Pampa / Uruguay	Arapey	**	*	-	**

Tableau 3 Eléments génériques (entités E, attributs A ou processus P) identifiés selon les sites pour un modèle commun de transformation de l'élevage et des territoires

	Territoires et contextes	Systèmes d'élevage et dynamiques	Enjeux de développement	Structures des modèles	Scénarios de transformation
Eléments génériques	Origine des éleveurs A	Espèces animales E	Structure des paysages A	Ensemble de communes ou territoire pastoral E	Options techniques P
	Statut foncier A	Superficie des parcours/cultures A	Préservation d'écosystèmes P		
	Gestion du foncier P	Pluriactivité P	Diversification et accroissement des revenus P	Agents constitutifs de l'exploitation E	Options politiques P
	Occupation des sols E	Nature des produits commerciaux A	Viabilité des exploitations P	Période simulation A	Options climatiques A
	Origine décisions politiques P	Changements climatiques A	Maintien du potentiel productif des terres A		
	Fonctionnement des marchés P	Flux et pressions démographiques P			