

# Simulations de scénarios pour des exploitations multifonctionnelles dans une région alpine

F. Delattre<sup>1</sup>, L. Dobremez<sup>2</sup>

**Le rôle multifonctionnel de l'agriculture est désormais mis en avant pour garantir un développement durable des exploitations. Les scénarios prospectifs élaborés dans cette optique méritent cependant d'être confrontés aux situations actuelles des exploitations, pour voir dans quelles mesures on peut concilier objectifs individuels et objectifs collectifs de gestion du territoire.**

## RÉSUMÉ

*Pour renforcer la multifonctionnalité des exploitations de Tarentaise, des scénarios ont été conçus par des acteurs locaux et testés à partir d'un modèle technico-économique d'exploitation et de simulations basées sur la programmation linéaire. Ces simulations, effectuées sur des types d'exploitations laitières en AOC Beaufort, fournissent une aide à la réflexion sur la possibilité de concilier des objectifs propres à l'exploitant (revenu, charges de travail) et des pratiques d'utilisation de l'espace permettant d'éviter l'embroussaillage et la dégradation des alpages. Elles révèlent des contradictions possibles entre ces différents objectifs selon les scénarios étudiés et selon les types d'exploitations.*

## MOTS CLÉS

Agriculture durable, gestion du territoire, multifonctionnalité, prairie de montagne, pratiques des agriculteurs, production laitière, Rhône-Alpes, simulation, système d'exploitation, typologie d'exploitations.

## KEY-WORDS

Agricultural practices, dairying, farm typology, farming system, land management, multi-functionality, Rhône-Alpes, simulation, sustainable agriculture, upland pasture.

## AUTEURS

1 : SUACI Montagne / GIS Alpes du Nord, 11 rue Métropole, F-73000 Chambéry ; fdelattre@suacigis.com

2 : Cemagref / GIS Alpes du Nord, Unité de Recherche Agricultures et milieux montagnards, Domaine universitaire, BP 76, F-38402 Saint-Martin d'Hères cedex ; laurent.dobremez@cemagref.fr

**E**n montagne, l'abandon de l'espace agricole est souvent considéré comme un problème environnemental majeur (MACDONALD *et al.*, 2000). A ce titre, la Moyenne Tarentaise (cantons de Moutiers et Bozel en Savoie) apparaît comme un cas exemplaire, car les attentes des élus locaux vis-à-vis de l'agriculture portent principalement sur le maintien d'un paysage ouvert, en raison de la forte fréquentation touristique et pour des objectifs de cadre de vie des habitants. En outre, dans cette région, la filière Beaufort affirme sa volonté d'associer la qualité d'un fromage réputé, ancré dans un terroir, avec une image de qualité du territoire. Cette orientation s'est manifestée notamment au travers d'un Contrat Territorial d'Exploitation collectif, qui comporte des mesures relatives à l'autonomie fourragère, à l'entretien de l'espace et à la gestion des alpages.

Dans le cadre d'un projet de recherche européen<sup>1</sup>, un groupe de travail composé d'acteurs locaux (élus, agriculteurs, représentants du tourisme et d'associations de défense du patrimoine et de protection de la nature) a été constitué pour réfléchir à l'image possible de l'agriculture de Moyenne Tarentaise à l'horizon 2020. **Cette démarche prospective a conduit les acteurs locaux à esquisser des scénarios** visant à favoriser l'émergence d'exploitations agricoles que l'on peut considérer comme multifonctionnelles, dans la mesure où elles associeraient une fonction de production conforme aux orientations de la filière et la contribution au maintien d'un paysage ouvert.

Est ainsi posée **la question des capacités d'adaptation des exploitations dans l'optique d'une agriculture multifonctionnelle**. De notre point de vue, la multifonctionnalité d'une exploitation doit être analysée par rapport aux enjeux du territoire et aux objectifs collectifs qui en découlent, mais aussi au regard des fonctions attendues par l'agriculteur (DOBREMEZ *et al.*, 2001). Les agriculteurs peuvent-ils adapter leur exploitation pour répondre à la fois à leurs propres objectifs et aux enjeux sociaux ? Pour apporter des éléments de réponse à cette question, nous avons construit un modèle technico-économique de l'exploitation.

Il s'agit donc de concevoir un modèle de représentation du fonctionnement de l'exploitation visant à permettre une analyse en termes de multifonctionnalité et à révéler, par des simulations basées sur différents scénarios, les conséquences différenciées selon les exploitations de la prise en compte conjointe des objectifs à atteindre pour remplir les fonctions attendues. Ces simulations doivent notamment révéler les facteurs limitants propres à chaque système d'exploitation, voire d'éventuelles contradictions entre les objectifs de l'exploitant et les objectifs collectifs.

Plusieurs hypothèses ont prévalu pour la conception de ce modèle :

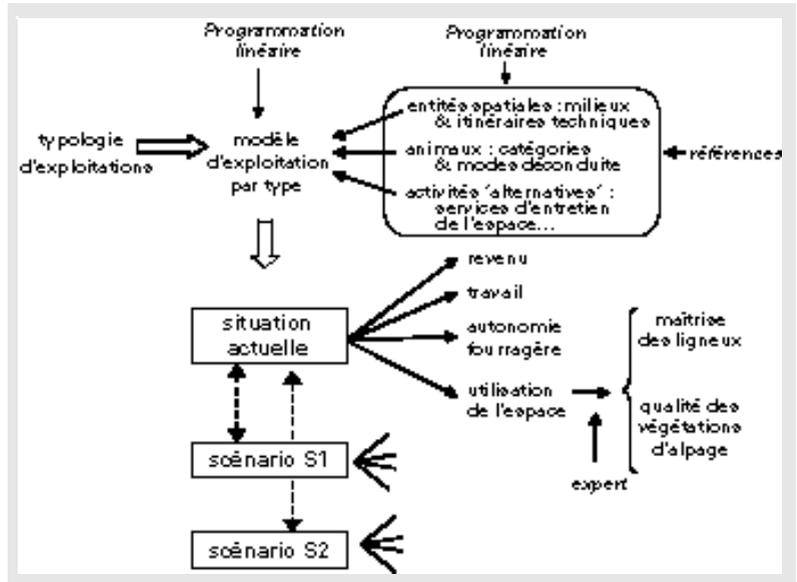
- les capacités de réponse aux enjeux locaux diffèrent selon les fonctionnements des exploitations et selon les scénarios ;
- le recours à une technique d'optimisation d'un (ou plusieurs) objectif(s) permet une évaluation des scénarios en termes de multi-

---

<sup>1</sup> : Projet intitulé *Sustainable agricultural land use in alpine regions* (acronyme *Sagri-Alp*), coordonné par le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) des Alpes du nord (FLEURY *et al.*, 2001).

FIGURE 1 : Démarche suivie pour la construction du modèle et les simulations à partir des scénarios.

FIGURE 1 : The approach to build the model and to run simulations from scenarios.



fonctionnalité des exploitations, si les résultats de la simulation sont interprétés au moyen d'une grille d'analyse pluridimensionnelle (DOBREMEZ *et al.*, 2001) ;

- les contraintes en travail sont un moteur de réorientation des exploitations (MADELRIEUX *et al.*, 2002) et il faut donc intégrer cette dimension dans le modèle, à la fois en entrée (facteur de production) et en sortie (comme un des résultats de la simulation).

## Matériels et méthodes

La démarche suivie pour cette étude comprend deux phases : **une phase de construction du modèle et une phase de simulation sur la base des scénarios définis par les acteurs locaux** (figure 1).

### 1. La typologie des exploitations

235 exploitations d'élevage ayant leur siège en Moyenne Tarentaise, dont 102 exploitations laitières, ont été dénombrées en 1998 à partir du fichier de l'Etablissement Départemental de l'Elevage. Un raccordement avec le recensement des unités pastorales de 1996 a également été opéré afin d'identifier les utilisateurs d'alpages. 38 exploitations, choisies pour couvrir une large gamme de la diversité des exploitations, ont été enquêtées, à partir desquelles nous avons élaboré une **typologie simplifiée des exploitations, basée sur leur fonctionnement stratégique** (CAPILLON, 1993), en adaptant les acquis du GIS Alpes du nord (COLLIAT-DANGUS et DAVID, 1993 ; DAVID et CHEVALLIER, 1994 ; tableau 1). Chaque type d'exploitation est décrit à partir d'un cas réel, représentatif des exploitations du même type, ce qui permet une construction plus aisée du modèle et facilite l'interprétation des résultats des simulations.

Dénomination (et nombre)	Critères d'identification
<b>Petites exploitations en logique d'entretien du patrimoine</b> (41) - Agriculteurs âgés (18) - Autres agriculteurs (souvent double actifs) (23)	<b>&lt; 15 VL* et quota laitier &lt; 50 000 l</b> âge chef exploitation ≥ 55 ans (en 1998) âge chef exploitation < 55 ans
<b>Exploitations avec mise en estive du troupeau principal</b> (39) - Exploitations de taille moyenne (33) - Exploitations de grande taille(6)	<b>non gestionnaire d'un alpage laitier</b> quota entre 50 000 et 150 000 l quota > 150 000 l + UTA* en été > 3
<b>Exploitations gérant un alpage</b> (22) (+ 7 en groupements pastoraux) - Alpagistes avec prise en pension d'animaux (12 (+ 7)) - 'grands' alpagistes (avec salariés) (7 (+7)) - autres alpagistes (5) - Utilisateurs d'alpage sans prise en pension d'animaux (10)	<b>gestion d'un alpage laitier</b> cheptel estivé > cheptel propre de l'éleveur cheptel estivé ≥ 80 VL (+ UTA salariées) cheptel estivé < 80 VL cheptel estivé = cheptel propre de l'éleveur

\* VL : vache laitière ; UTA : unité de travail annuel

## 2. La construction du modèle d'exploitation dans une optique de programmation linéaire

Nous avons utilisé la **programmation linéaire** (HAZELL et NORTON, 1986), méthode d'optimisation classique, utilisée depuis de nombreuses années par les économistes, dont on connaît *a priori* les limites (RIDIER, 2001). La programmation linéaire est une méthode de programmation mathématique dans laquelle une fonction est maximisée (ou minimisée) sous contraintes. Appliquée au cas d'une exploitation agricole, un modèle d'exploitation par programmation linéaire donnera la combinaison optimale d'activités (représentant les différentes techniques de production des animaux et des cultures) qui **permet de maximiser une fonction objectif** (le plus souvent, un indicateur du revenu de l'exploitation) **sous un ensemble de contraintes**, telles que la surface de l'exploitation, les ressources en travail, le quota laitier... Ces contraintes peuvent être modifiées (soit une à une, soit en combinaison), ce qui permet de tester leur influence sur la combinaison d'activités optimale.

Dans le cas présenté ici, **la fonction objectif maximisée est la marge brute** de l'exploitation. Des contraintes structurelles, tech-

TABLEAU 1 : Clé de détermination des types de fonctionnement stratégique pour les exploitations laitières de Moyenne Tarentaise.

TABLE 1 : *Identifying the different types of strategic management on dairy farm of Middle Tarentaise.*

TABLEAU 2 : Paramètres utilisés pour quelques exemples d'activités Prairies et Alpages.

TABLE 2 : *Parameters defining certain examples of activities : meadows and Alpine pastures.*

Activité	Itinéraire technique	Productivité <sup>1</sup> (t MS/ha)	Risque d'embroussaillage <sup>2</sup>	Temps de travail <sup>3</sup> (h/ha)	Coût <sup>4</sup> (€/ha)
Pâturage Pisc	parc à faible pression de pâturage, sans entretien	1,5	élevé	0	0
Prairie PFR0	cycle Fauche-Fauche sur pente comprise entre 0 et 25% en versant nord ; fertilisation organique moyenne	5	nul	11	200
Prairie PFR30	cycle Pâturage-Fauche-Pâturage sur pente de plus de 40% en versant nord ; fertilisation organique faible	4 dont 1 en foin	faible	20	170
Alpage alp2	conduite en 'repas', machine à traire déplacée tous les 2 jours, herbage des boues	1,4	faible	2,2	0
Alpage alp3c	parcs de plusieurs jours, machine à traire déplacée tous les 20 jours, pas de herbage des boues	0,7	élevé	1,3	0

1 : rendements des prairies pâturées définis sur 3 périodes : printemps (avril-mai), été (juin-septembre), automne (octobre-nov).  
 2 : ou de dégradation des pelouses en alpage  
 3 : pour la gestion de l'herbe  
 4 : hors main-d'œuvre

niques et réglementaires agissant sur la production sont prises en considération. **Les ressources limitantes en facteurs fixes concernent les surfaces et le travail.** La surface utilisée par chaque exploitation modélisée est décomposée en entités spatiales, caractérisées par leur pente moyenne (selon trois modalités : 0 à 25%, 25 à 40%, plus de 40%) déterminant le type de mécanisation possible, l'altitude (alpage ou non) et l'exposition. La ressource en travail sur l'exploitation est estimée mois par mois en fonction des disponibilités de travail de l'ensemble de la cellule familiale. **Les contraintes de fonctionnement technique** prennent en compte les **besoins en alimentation** des animaux nécessaires pour atteindre un niveau de production espéré, qui doivent être en adéquation avec l'offre en fourrages. La production et l'achat de foin doivent ainsi être supérieurs ou égaux à la consommation de foin. L'équilibre entre besoins et offre en pâturage est exprimé par période (printemps, été et automne). Enfin, une série de **contraintes administratives** liées à la mise en œuvre des politiques agricoles sont introduites : respect du quota laitier, des niveaux de chargement pour bénéficier de la prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs...

Les activités intégrées dans le modèle (50 au total) sont caractérisées par leur production et leur consommation en ressources (montants financiers, travail, surface). Nous avons considéré **trois types d'activités**<sup>2</sup> :

- **des prairies (et des alpages)** décrites par leurs conditions de milieu (altitude, pente, exposition) et par les itinéraires techniques (tableau 2),
- **des lots d'animaux** avec différents modes de conduite (tableau 3),

TABLEAU 3 : Paramètres utilisés pour quelques exemples d'activités Vache laitière.

TABLE 3 : Parameters to define activities : examples of the management of dairy cow herds.

Code d'activité et description	Temps (h) de travail	Consommation			Marge brute (€)
		concentrés (kg)	foin (t MS)	pâturage (t MS)	
M100a1 : vache laitière mise à l'estive, 3 000 l produits hors période d'estive	90	600	2,6	1,0	1 500
M100a2 : vache laitière gardée toute l'année, été en alpage privé, pratiques pastorales associées type mup 2, 4 200 l lait / an	107	900	2,6	2,1	2 050

- et **des activités dites alternatives** - prestation de service d'entretien de l'espace (encadré 1), prise en pension de génisses en alpage -, qui sont testées dans les différents scénarios.

Des références locales et des experts ont été mobilisés pour définir ces activités. Les temps de travail et les coûts des activités prairies et catégories d'animaux sont établis à partir de références technico-économiques (CGA73 et CA73, 2001). Pour les prairies, l'itinéraire technique s'appuie sur les itinéraires décrits dans la région (FLEURY *et al.*, 1995) et l'estimation des risques d'embroussaillement est faite à

<sup>2</sup> : Le terme "activité" est utilisé ici selon l'acceptation retenue dans la construction de modèles par programmation linéaire.

**Hypothèse** : L'agriculteur propose ce service sur la zone considérée avec une débroussailleuse portée (débroussaillage d'entretien).

**Temps de travail** nécessaire : 12 heures/ha réparties entre avril et octobre.

**Coût** (amortissement et entretien du matériel) : 76 €/ha.

**Produit espéré** : 25 € par heure travaillée, soit 305 €/ha.

La **marge brute** pour l'agriculteur est de 229 €/ha.

ENCADRÉ 1 : **Produit, charges et temps de travail pour le débroussaillage d'un hectare avec une pente de 30 à 40%** (d'après DOBREMEZ *et al.*, 1997).

INSERT 1 : **Scrub cleaning activity : gross income, costs and work time for 1 hectare (slopes between 30 and 40% ; adapted from DOBREMEZ *et al.*, 1997).**

dire d'experts. Par exemple, l'activité Pext (tableau 2) correspond à un pâturage extensif avec une pression de pâturage très faible (chargement inférieur à 100 journées de pâturage x UGB par ha), peu ou pas d'entretien mécanique, et elle se caractérise par une forte sensibilité à l'embroussaillage (PICART et FLEURY, 2000). Les activités relatives à la conduite des alpages ont été décrites en fonction des modes d'utilisation pastorale (m.u.p.) définis à partir des pratiques pastorales identifiées dans la zone d'étude (DOBREMEZ *et al.*, 2000). Pour chaque m.u.p. retenu, nous avons estimé :

- la productivité des alpages grâce aux travaux de BORNARD *et al.* (2000) qui ont mis en évidence des relations entre m.u.p. et composition phytosociologique des végétations d'alpage,
- les risques de dégradation des pelouses à partir des travaux conduits en agro-écologie sur les alpages (BORNARD *et al.*, 1996),
- le temps passé à la gestion de l'herbe en alpage à partir des enquêtes et des références "bilan travail" en alpages laitiers (HOLLEVILLE, 1997).

Les matrices techniques, équations de contraintes et fonction objectif permettent l'écriture finale du modèle. Chaque exploitation modélisée est calibrée en référence au cas type qu'elle représente. Ce calibrage s'effectue sur l'ensemble des critères quantitatifs de sortie du modèle : marge brute dégagée, surfaces fauchées et pâturées, nombre d'animaux selon les pratiques associées... Cette phase permet un calage de la matrice technique élaborée à partir des références, notamment sur les données les plus variables (temps de travail). La description de l'exploitation ainsi modélisée doit également être en concordance avec le fonctionnement de l'exploitation enquêtée.

### 3. Les scénarios

Les acteurs locaux ont identifié deux types d'exploitations laitières "durables" à l'horizon 2020 : des exploitations spécialisées et d'autres qualifiées de multifonctionnelles associant production laitière et prestations de service (entretien de l'espace, accueil à la ferme). En fonction de ces projections, **deux scénarios** ont été conçus : le premier (S1) est basé sur la possibilité de pratiquer des activités alternatives et de disposer d'une augmentation de quota laitier (+ 8 000 litres par exploitation), conforme aux volumes libérables suite à la disparition probable d'exploitations laitières dans les prochaines années ; le second (S2) est semblable au précédent avec la contrainte supplémentaire d'entretien de l'espace sur toute entité spatiale pour éviter un

TABLEAU 4 : **Contraintes environnementales appliquées en situation initiale (Init.) et dans les scénarios S1 et S2.**

TABLE 4 : *Environmental defined for the initial situation (Init.) and for the S1 and S2 scenarii.*

Entretien minimum des prairies extensives		Conditions sur les surfaces en prairies fauchées		Pratiques pastorales minimales en alpage	
Init. et S1	S2	Init. et S1	S2	Init. et S1	S2
non	oui*	non	≥ situation initiale	non	oui (map 2)
* ≥ heures de travail supplémentaires par ha					

risque d'invasion par les ligneux ou une dégradation des pelouses d'alpage (tableau 4). **Les résultats des scénarios S1 et S2 sont comparés à la situation actuelle** (1999). L'évaluation porte sur différents aspects : **les résultats économiques** issus de l'exploitation (appréciés à partir de la marge brute, qui inclut les aides directes et les recettes provenant d'éventuelles activités alternatives), **la charge de travail, la maîtrise de l'embroussaillage, la gestion des alpages, l'autonomie fourragère** (qui est un enjeu pour la filière Beaufort).

## Résultats

Nous proposons **trois exemples de modèles d'exploitations laitières** pour analyser la faisabilité des scénarios :

- Le **type 1** est une petite exploitation (35 ha SAU, 13 vaches) conduite par un jeune agriculteur qui a une activité extérieure et bénéficie de l'aide de ses parents ; en été, il met en pension son troupeau dans un groupement pastoral.

- Le **type 2** est une exploitation en GAEC à trois associés, dont les conjoints travaillent à l'extérieur : le quota est de 230 000 l de lait pour 100 ha de prairies en forte pente ; les vaches laitières sont mises à l'estive pendant la période estivale.

- Le **type 3** est une exploitation de taille "moyenne" (30 ha SAU + un alpage) conduite par un agriculteur qui travaille seul sur l'exploitation et qui est confronté à une surcharge de travail en été car il doit à la fois traire en alpage et ramasser les foin dans la vallée.

Les résultats des scénarios par type d'exploitation sont résumés dans le tableau 5.

### 1. Simulation pour une exploitation du type 1

Avec le scénario S1, le type 1 pourrait accroître très nettement sa marge brute (+85%) : l'agriculteur ne pourrait produire que 27 000 litres de lait car il mettrait en œuvre **une importante activité de service de débroussaillage**. Pour maximiser la marge brute, il aurait en effet intérêt à se consacrer prioritairement à l'activité de débroussaillage qui pourrait se réaliser dans les périodes de creux de travail, mais qui ne lui permettra pas de produire tout le quota (33 000 litres) auquel il peut prétendre. Son exploitation pourrait être considérée comme multifonctionnelle, dans la mesure où l'agriculteur combine une fonction de production et une prestation de service environnemental, mais l'entretien de l'espace sur son exploitation ne serait pas assuré : accaparé par les prestations de service "à l'extérieur", il

Critère	Scénario	Type 1	Type 2	Type 3
Production laitière (l)	Init.	25 000	230 000	92 000
	S1	27 000	236 000	100 000
	S2	30 000	236 000	72 000
Prairies fauchées (ha)	Init.	12	65	15
	S1	11	66	10
	S2	13	66	13
Pâtures extensives sans entretien complémentaire, à fort risque d'embroussaillage (ha)	Init.	18	39	14
	S1	19	37	17
	S2	0	0	0
Alpages (dont superficie avec pratiques pastorales à risques pour la végétation) (ha)	Init.	0	0	80 (80)
	S1	0	0	80 (80)
	S2	0	0	0
Autonomie fourragère (en % des besoins du troupeau)	Init.	100	100	87
	S1	100	97	80
	S2	100	97	100
Travail sur l'exploitation (heures par an)	Init.	1 080	6 135	2 250
	S1	1 850	6 900	2 370
	S2	1 900	7 000	2 150
Prestation de débroussaillage (ha)	Init.	0	0	0
	S1	54	43	0
	S2	50	43	0
Marge brute (€)	Init.	17 500	124 000	48 000
	S1	32 500	134 000	54 000
	S2	32 000	134 000	39 000

TABLEAU 5 : Situation initiale (Init.) et résultats des scénarios S1 et S2 selon les types d'exploitations.

TABLE 5 : Initial situation and results from scenarios S1 and S2, according to various farm types.

conserverait des pâtures très extensives qui risquent de s'embroussailler rapidement et simplifierait ses pratiques de fauche en n'effectuant plus qu'une coupe de foin. Dans ce scénario S1, il lui faudrait travailler davantage sur l'exploitation (+71% de temps consacré à l'exploitation et aux prestations de débroussaillage) et il devrait donc réduire son activité extérieure. La perte de revenu qui en résulterait serait-elle compensée par les ressources provenant des prestations de service et de l'augmentation - limitée - de la production laitière ? Avec le scénario S2, il pourrait obtenir des résultats économiques voisins de ceux du scénario S1 en procédant à quelques ajustements à la marge (un peu moins de prestations de service, pour entretenir ses propres surfaces, mais un peu plus de lait produit).

## 2. Simulation pour une exploitation du type 2

Avec le scénario S1, le type 2 dégagerait une marge brute en augmentation de 8%. Ce résultat est permis par l'introduction d'une activité d'entretien de surfaces sous forme de prestation de services (43 ha) et par une légère augmentation de la production laitière (+ 6 000 l), inférieure à l'augmentation possible du quota (+ 8 000 l). Néanmoins, cette amélioration ne pourrait se réaliser qu'avec la **mobilisation de main d'œuvre supplémentaire** équivalant à 0,35 Unité de Travail Annuel (la force de travail disponible étant considérée comme non saturée en situation initiale). L'augmentation de la production laitière à surface constante explique la légère diminution des pâtures à risques d'embroussaillage. L'application du scénario S2 ne change pas la répartition des activités au sein de l'exploitation, mais le temps de travail sur l'exploitation augmente encore d'une centaine d'heures pour répondre aux exigences d'entretien des prairies extensives.

### 3. Simulation pour une exploitation du type 3

Avec le scénario S1, le type 3 pourrait améliorer sa marge brute (+12%), si l'agriculteur acceptait de travailler un peu plus (+5% en moyenne sur l'année, mais pas en été où il est déjà surchargé). Il pourrait ainsi produire son quota (100 000 litres) et prendre en pension des génisses en été, car il intensifierait un quart de l'alpage (conduite du pâturage rationné en "repas", hersage des bouses et déplacement fréquent de la machine à traire). Mais, en mobilisant ainsi sa force de travail sur une partie de l'alpage, il simplifierait les pratiques sur le reste de l'alpage et dans la vallée (pâtures très extensives sans entretien : 17 ha, diminution des surfaces fauchées) et il achèterait la moitié de son foin (il en achetait 13% en 1999). **Avec le scénario S2, l'obligation d'entretien de l'espace inciterait l'agriculteur à abandonner l'alpage**, car il ne pourrait pas concilier l'ensemble des tâches : le revenu diminuerait sensiblement.

## Eléments de discussion

### 1. Les limites des données entrées dans le modèle

**L'approche du travail dans l'exploitation** (estimation mois par mois de la quantité de travail disponible) **est restée relativement fruste** : l'estimation des temps de travaux nécessaires pour accomplir différents itinéraires techniques sur les surfaces ou sur le troupeau, compte tenu des équipements disponibles, fait largement appel à une expertise encore très peu formalisée ; en outre, nous n'avons pas effectué de différenciations au sein du collectif de travail ; or, les membres de ce collectif ne sont pas toujours interchangeables pour effectuer les différentes tâches sur l'exploitation.

**La caractérisation des entités spatiales ne prend pas en compte leur localisation.** Or l'éloignement du siège d'exploitation et du bâtiment d'élevage est un critère important pour les affectations d'usage en système laitier - cf. le modèle de répartition concentrique des fonctions de production proposé par BENOÎT (1985) - même si, dans la zone d'étude, le recours à des machines à traire mobiles permet une certaine délocalisation des pâturages à vaches laitières en desserrant la contrainte du retour journalier à l'étable (DOBREMEZ *et al.*, 2002). De même, la localisation des parcelles aurait permis d'affiner l'estimation des risques d'embroussaillement si on avait tenu compte des formations végétales existant autour de la parcelle.

En termes d'enjeux environnementaux, ce modèle fait l'impasse sur les modalités de gestion des déjections animales, or la qualité bactériologique de l'eau est une préoccupation croissante dans les Alpes.

Enfin, le modèle reste relativement sommaire sur la typologie des exploitations et sur la maîtrise technique du système fourrager.

## 2. La programmation linéaire comme moteur de simulation

La programmation linéaire simple ne maximise qu'une seule fonction objectif. Pour mieux intégrer la multifonctionnalité dans les simulations, la fonction objectif du modèle a été modifiée en reprenant le principe de la **programmation multi-objectifs** (TEN BERGE *et al.*, 2000). Sur l'exemple du type 2, au lieu de maximiser la marge brute de l'exploitation, la surface en pâture extensive sans entretien a été minimisée sous contrainte d'une marge brute minimale. Cette valeur minimale de marge brute est diminuée par tranche de 7% pour estimer les effets de cette diminution sur la surface en pâture extensive. Le tableau 6 compare les données de la situation initiale (basée sur la maximisation de la marge brute) et la situation nouvellement simulée (avec minimisation des surfaces en pâtures extensives).

Dans la nouvelle situation, la diminution tolérée de la marge brute permet de consacrer plus de temps à l'entretien des surfaces : la surface en pâtures extensives non entretenues diminue ainsi de 39 à 17 ha pour une diminution de marge brute de 7%, à 4 ha pour une diminution de marge de 14% par rapport à la situation initiale. Le coût de cette diminution des pâtures non entretenues est important puisque la baisse de la marge brute représente 17 000 € entre la situation initiale et la dernière situation simulée : la diminution des surfaces à risque s'accompagne en effet d'une réduction de la production laitière du fait de la saturation des charges de travail au printemps. Nous avons ainsi simulé un scénario voisin de S2 (sans activité alternative) avec différents objectifs combinés : minimiser les pâtures de type très extensif (Pext), donc maximiser l'entretien du paysage, tout en ne surchargeant pas le travail annuel et en restant dans une baisse de revenu "supportable". Cette simulation révèle l'importance du facteur limitant travail (ici, en termes de pointes de travail périodiques)<sup>3</sup>. Une gamme de simulations, issues de fonctions objectif différentes, permettrait de discuter d'un ensemble de résultats en vue de dégager, par itérations, une solution de compromis entre différents objectifs.

TABLEAU 6 : Résultats de la simulation "Minimisation des surfaces en pâtures extensives non entretenues" selon deux hypothèses de marge brute minimale pour le type 2.

TABLE 6 : *Farm type 2 : results of the simulation 'Minimizing extensive pastures (without upkeep)' according to two assumptions of gross margin (compared with the initial situation).*

Conditions sur la marge brute	Maximisation de la marge brute (situation initiale)	Simulation basée sur la minimisation des surfaces en pâture extensive non entretenues	
	maximisée	pas au-dessous de -7%	pas au-dessous de -14%
Pâtures très extensives sans entretien complémentaire (ha)	39	17	4
Prairies fauchées (ha)	55	57	57
Travail sur l'exploitation (heures / an)	5 135	5 800	5 300
Production laitière (t)	230 000	215 000	205 000
Autonomie fourragère (% des besoins du troupeau)	100	100	100
Marge brute (€)	124 000	115 000	107 000

<sup>3</sup> : La modification de la fonction objectif met en outre en évidence que, si on se réfère à la situation initiale du cas concret support du modèle, la logique de l'exploitation paraît plus proche d'une maximisation de la marge brute que d'un entretien maximum...

Mais, en tout état de cause, nous connaissons les limites intrinsèques de ces **techniques d'optimisation, qui restent relativement simplistes pour rendre compte du processus de décision d'un agriculteur qui est basé en fait sur la rationalité procédurale** et pas sur la rationalité dite substantive (SIMON, 1977) : l'agriculteur ne recherchera pas forcément la solution "optimale" mais choisira plutôt une solution qui lui paraît "satisfaisante" ou "acceptable". Aussi employons-nous cet outil comme **aide à la réflexion** sur des changements et leurs conséquences possibles, et non comme une prédiction<sup>4</sup>.

En outre, ces techniques apparaissent comme une "boîte noire", ce qui pose le problème de l'appropriation de tels outils dans une optique de recherche-développement. Une piste pourrait consister à **coupler des modèles biotechniques avec des modèles de prise de décision construits à partir de règles explicites** pouvant être modifiées de façon interactive. Il faudrait alors réfléchir à la possibilité d'associer un diagnostic environnemental au modèle biotechnique et aux conditions d'intégration de l'organisation du travail et de la dimension économique dans le modèle de prise de décision.

### 3. Retour sur les hypothèses

Les capacités d'adaptation s'avèrent bien différentes selon les exploitations et selon les scénarios. Les scénarios et l'intégration dans les simulations de considérations sur le travail et sur les usages de l'espace ont révélé des adaptations possibles ou des contradictions entre objectifs de différente nature à l'échelle de l'exploitation, qui pourraient conduire à des choix stratégiques radicaux. Ainsi, avec le scénario S2, le type 3 pourrait atteindre plusieurs objectifs : améliorer ses conditions de travail, atteindre l'autonomie fourragère, assurer l'entretien des parcelles "en bas". Mais cette orientation se ferait au prix de l'abandon de l'alpage<sup>5</sup>, ce qui pose problème en termes d'entretien du territoire (sauf si cet entretien est assuré par la reprise de l'alpage par un autre éleveur). De telles stratégies existent sur le terrain où **les contraintes du travail familial s'avèrent un des facteurs déterminants des décisions des agriculteurs**.

La faisabilité technico-économique du scénario S2 pour un jeune agriculteur double actif (type 1) nécessite d'être complétée par une approche consolidée des revenus au niveau du ménage. Ce scénario **supposerait** en outre **l'existence réelle d'un marché de prestations environnementales et une évolution sensible de la conception du métier d'agriculteur**.

Enfin, en cas de réserve de main-d'œuvre suffisante, le type 2 pourrait avoir intérêt - compte tenu de nos hypothèses de rémunéra-

---

4 : Nous avons confronté ces simulations avec les changements décidés par les agriculteurs supports des modèles. L'exploitation de type 3 a été conduite à abandonner l'alpage pour des raisons de surcharge de travail. Les deux autres exploitations ont conservé leur système d'activités et restent dans une logique de production laitière, sans changements significatifs de leurs pratiques d'entretien de l'espace.

5 : La diminution du revenu pourrait être compensée par une aide dans le cadre du CTE Beaufort (d'où l'importance de ce type de dispositif contractuel dans une telle zone) et/ou grâce à un agrandissement permettant d'élever quelques vaches en plus (dans la limite du quota autorisé) sans trop de surcharge de travail.

tion - à développer des activités de prestation de service plutôt qu'à augmenter sa production laitière. Cette activité pourrait s'insérer plus facilement sur les différentes périodes de l'année et mieux s'inscrire dans l'organisation du travail de l'exploitation. Dans ce cas, il risquerait alors d'entrer en concurrence avec le type 1.

L'analyse des réactions possibles aux scénarios conduit à **s'interroger sur la notion même de multifonctionnalité d'une exploitation**, qui peut recouvrir plusieurs facettes, en particulier pour la fonction environnementale. Ainsi, pour les types 1 et 2 :

- cela peut être une simple juxtaposition d'activités, où l'agriculteur pourrait certes remplir une fonction de service environnemental "à l'extérieur", mais laisserait s'enfricher certaines parcelles de sa propre exploitation (scénario S1) ;

- ou cela peut être une fonction environnementale intégrée dans l'itinéraire technique et dans le processus même de production (scénario S2).

## Conclusion

**L'intérêt de ce travail** provient, à notre avis :

- de la définition des scénarios qui résulte de la mobilisation d'acteurs locaux autour du rôle et de l'avenir de l'agriculture, car la multifonctionnalité de l'agriculture, c'est d'abord répondre à des attentes ;

- de la mobilisation de références et de la formalisation d'expertises au plan technico-économique, sur le travail, en agro-écologie ;

- des simulations qui ne consistent pas en une simple prolongation de tendance à fonctionnement constant, même si la technique utilisée (programmation linéaire) présente des limites ;

- du caractère multidimensionnel de l'évaluation qui est portée sur les effets possibles des scénarios.

Lors de l'élaboration de scénarios prospectifs pour l'évolution de l'agriculture, il nous semble important que les acteurs locaux intègrent les logiques et contraintes de fonctionnement des exploitations agricoles, leur contexte socio-économique (politiques agricoles, filières et état du marché...), ainsi que l'évolution des conceptions du métier d'agriculteur que ces scénarios pourraient mettre en jeu.

L'intégration dans les exploitations d'objectifs environnementaux au même titre que les objectifs de production devrait conduire à **réfléchir à la conception de nouveaux itinéraires techniques sur les prairies et les alpages**, tout en tenant compte des contraintes de travail. Si une gestion fine des pâturages s'avérait trop difficile à assumer, la réflexion pourrait porter sur des modes de conduite des prairies ne visant pas obligatoirement l'éradication des ligneux mais permettant de contenir leur progression.

Accepté pour publication, le 3 novembre 2003

**Remerciements** : Ces travaux ont été réalisés en prolongement du projet *Sagri-Alp* (Fair5 ct97-3798) qui a bénéficié du soutien de la Commission européenne.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENOÎT M. (1985) : *La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village : deux échelles d'analyse en zone d'élevage. Cas de la Lorraine, région de Neufchâteau*, thèse de Docteur de l'INA-PG, Paris, INRA-SAD, Versailles, 186 p. + annexes.
- BORNARD A., BERNARD-BRUNET J., BERNARD-BRUNET C., FAVIER G. (2000) : *Organisation spatiale de la végétation en alpage selon l'évolution des pratiques pastorales*, Cemagref AMM Grenoble, 103 p.
- BORNARD A., COZIC P., BRAU-NOGUÉ C. (1996) : "Diversité spécifique des végétations en alpage : influence des conditions écologiques et des pratiques", *Ecologie*, 27(2), 103-115.
- CAPILLON A. (1993) : *Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*, thèse de Docteur de l'INA-PG, Paris, tome 1, 58 p.
- CGA73, CA73 (2001) : *Référentiel technico-économique agricole*, Centre de gestion agricole de Savoie, Chambre d'agriculture de Savoie, 151 p.
- COLLIAT-DANGUS A., DAVID C. (sous la direction de CRISTOFINI B. et ROYBIN D.) (1993) : *Typologie des exploitations des cantons industriels à tourisme hivernal-montagne (macro-case n°6)*, INRA SAD Versailles, SUACI Montagne, GIS Alpes du nord, 60 p. + annexes.
- DAVID C., CHEVALIER L. (sous la direction de CRISTOFINI B. et ROYBIN D.) (1994) : *Typologie des exploitations agricoles sous influence d'une économie touristique spécialisée de sports d'hiver, avec forte logique de valorisation des produits (macro-case 2B)*, INRA SAD Versailles, SUACI Montagne, GIS Alpes du nord, 58 p. + annexes.
- DOBREMEZ L., JOSIEN E., BIDAULT M.C., NOCQUET J. (2001) : "Quelques réflexions et propositions opérationnelles pour le diagnostic d'exploitation réalisé dans l'optique d'un contrat territorial d'exploitation", *Ingénieries-EAT*, 28, 37-48.
- DOBREMEZ L., PERRET E., DELATTRE F., CAMACHO O. (2002) : "Le maintien des paysages ouverts en montagne : une contribution différenciée selon les exploitations agricoles. Illustration en Tarentaise", *Ingénieries-EAT* n° spécial 2002-*Aménités rurales*, 53-65.
- DOBREMEZ L., PERRET E., TURPIN N., AMON G., TOLRON J.J., LAPLANA R. (1997) : *Contribution à l'évaluation des mesures agri-environnementales : analyse des conditions d'élaboration et de suivi des opérations locales agri-environnement ; expertise technico-économique des surcoûts subis par les exploitations agricoles à partir de l'analyse des cahiers des charges*, Cemagref, 404 p.
- DOBREMEZ L., ROYBIN D., DUBOIS M., DELOIRE P. (2000) : "Evolution des pratiques pastorales dans les alpages laitiers des Alpes du Nord", BORNARD A., BRAU-NOGUÉ C. (coord.), *Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000, Pastum* hors série, Association Française de Pastoralisme, éd. de la Cardère, Morières, 151-156.
- FLEURY P., DORIOZ J.M. (coord.) et al. (2001) : *Sustainable agricultural land use in alpine regions (SAGRI-ALP). Final report* (FAIR5 CT97-3798 project), SUACI/GIS Alpes du Nord (France), FIBL (Switzerland), IASMA (Italy), ARU (Austria), AFI (Germany), 87 p.
- FLEURY P., DUBEUF B., JEANNIN B. (1995) : "Un concept pour le conseil en exploitation laitière : le fonctionnement fourrager", *Fourrages*, 141, 3-18.
- HAZELL P., NORTON R. (1986) : *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*, Macmillan publishing company, New York, 400 p.

- HOLLEVILLE A. (sous la direction de DOBREMEZ L. et ROYBIN D.) (1997) : *Travail et gestion des alpages laitiers dans les exploitations agricoles des Alpes du Nord*, mémoire ENESAD Dijon, Cemagref AMM Grenoble, INRA-SAD Versailles, GIS Alpes du Nord, 71 p. + annexes.
- MACDONALD D., CRABTREE J.R., WIESINGER G., DAX T., STAMOU N., FLEURY P., GUTIERREZ LAZPITA J., GIBON A. (2000) : "Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response", *J. of Environmental Management*, 59, 47-69.
- MADRELIEUX S., DEDIEU B., DOBREMEZ L. (2002) : "Modifications de l'utilisation du territoire lorsque des éleveurs cherchent à résoudre leurs problèmes de travail", *Fourrages*, 172, 355-368.
- PICART E., FLEURY P. (2000) : *Mise au point de modes de conduite des pâturages extensifs associant production agricole et maîtrise des ligneux. Résultats détaillés et préconisations techniques*, GIS Alpes du Nord, 32 p.
- RIDIER A. (2001) : *Changements de politique agricole et décisions des producteurs de viande bovine face au risque du marché*, thèse de doctorat en sciences économiques, Université de Montpellier, tome 1, 303 p.
- SIMON H.A. (1977) : "Rationality as a process and as product of thought", *American Economic Review*, 68/2, 1-16.
- TEN BERGE H.F.M., VAN ITTERSUM M.K., ROSSING W.A.H., VAN DE VEN G.W.J., SCHANS J., VAN DE SANDEN P.A.C.M. (2000) : "Farming options for The Netherlands explored by multi-objective modelling", *Europ. J. Agronomy*, 13, 263-277.

## SUMMARY

### **Simulations of scenarii for the reinforcement of the multi-functionality of farms in an Alpine region**

Expectations for mountain agriculture often take into account products of certified quality together with the maintenance of open landscapes. The Tarentaise valley (the Savoyard districts of Moûtiers and Bozel) is an exemplary case of this situation, since it has both quality products ('Beaufort' cheese) and a touristic potential based on the beauty of its landscapes. In order to reinforce the multi-functionality of farms, scenarii have been worked out by local actors, and tested by means of a techno-economical model and of simulations based on linear programming. Linear programming is a classical method of mathematical modelling based on the maximization of an objective function (here : the farm gross margin) under certain constraints (agricultural area, milk quotas, work time ...). These simulations have been run on three different types of dairy farms chosen for their differences of management. The results from the simulations were compared with the initial situations. Different criteria were assessed : farm gross margin, work load, control of scrub encroachment, Alpine pasture management, forage self-sufficiency. The results are of useful assistance in the reflection on the possibility of conciliating the objectives of the farmers (income, work load...) with the collective objectives. The latter concern specially practices of land use management to avoid scrub encroachment and pasture degradation. The simulations reveal possible contradictions between these various objectives, according to the different scenarii and dairy-farm types.