

# Réduction de l'impact économique des risques climatiques en élevage bovins allaitants par le chargement : *Résultats croisés d'analyses empiriques et de simulations bioéconomiques*

MOSNIER C., AGABRIEL J., LHERM M.  
INRA, UR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champagnelle, France

**RESUME** : Les aléas climatiques figurent parmi les principales sources de risque de variations des résultats technico-économiques auxquelles sont confrontés les élevages de bovins allaitants. L'objectif de cette étude est de mieux comprendre l'articulation entre les choix de production de long terme et les ajustements de court terme en présence d'aléas climatiques. Nous comparons pour cela les résultats de deux études s'appuyant sur des approches différentes et complémentaires -l'analyse empirique d'une base de données et la simulation bioéconomique- menées sur les exploitations de bovins allaitants du bassin charolais. Les résultats de ces analyses se rejoignent. Les principaux leviers mobilisés pour faire face aux aléas sont la complémentation des animaux par des concentrés et par l'achat d'aliments grossiers et l'ajustement des surfaces en prairie fauchées. Les revenus les moins variables sont obtenus par les élevages ayant de plus faibles chargements et utilisant le moins les leviers d'ajustement. La baisse du chargement apparaît ainsi comme une stratégie aux revenus moins sensibles aux aléas climatiques. Les résultats des simulations confirment que les comportements observés sont économiquement justifiés, soulignent l'importance de l'accès aux aliments de substitution aux fourrages produits, et mettent en évidence la différence qu'il peut y avoir entre les résultats espérés par les éleveurs et les résultats réels : une stratégie plus risquée mais perçue comme plus rémunératrice peut se révéler moins intéressante en présence d'évènements extrêmes non anticipés.

## Reducing the economic impact of weather risk in suckler cow systems with stocking rate: results from an empirical analysis and bioeconomic simulations.

MOSNIER C., AGABRIEL J., LHERM M.

**SUMMARY** : Weather hazards are one of the main sources of risks that suckler cow farmers face. Our objective was to improve the understanding of the links between long-term production choices and short-term adjustments under weather risk. We compared the results stemming from two studies led on suckler cow farms located in the north of the Massif Central, and based on different and complementary approaches: an empirical analysis of a panel database and bioeconomic simulations. The main results of both studies are congruent. The main sources of adjustments to weather hazards are animal supplementation with concentrate feeds and bought fodder, and the modification of the area of pasture harvested. The less variable incomes are obtained by the farmers having lower stocking rates. These farmers are also those who adjust the least to their production system. Limiting the stocking rate appears then as a strategy to reduce risk. The simulation results confirm that the observed behaviour is economically consistent, underlining the importance of the access to on-farm forage feed substitutes upon weather hazards, and emphasising the difference that could arise between the results expected by farmers and real ones: a strategy expected as more risky but more profitable can be in fact less interesting under unexpected hazards.

### INTRODUCTION

Les éleveurs de bovins allaitants sont confrontés à des aléas climatiques qui rendent la production des ressources alimentaires du troupeau incertaine. De ce fait, ces aléas peuvent menacer la pérennité de leur activité d'élevage les années où les ressources sont insuffisantes. La gestion des risques vise à sécuriser le potentiel de profit de l'exploitation dans le temps. Elle doit améliorer la résilience du système c'est à dire sa résistance aux chocs et sa capacité à perdurer face à des perturbations (Dedieu et Ingrand, 2010). La gestion des risques comprend deux étapes. La première, avant la réalisation de l'aléa, a pour but de diminuer l'exposition au risque. La deuxième, après l'évènement, cherche à tirer avantage d'un aléa favorable ou à limiter les pertes dans le cas contraire. Ces deux étapes sont liées car les mesures prises préventivement peuvent limiter les besoins d'ajustement et améliorer la flexibilité du système, c'est à dire son aptitude à s'accommoder aux circonstances. La gestion individuelle du risque par des leviers biotechniques peut remplacer ou compléter les compensations publiques et les assurances privées. Elle doit donc être prise en compte par les pouvoirs publics et les assurances pour définir leurs offres, et par les éleveurs pour choisir la part de risque qu'ils sont prêts à supporter et celle qu'ils souhaitent mutualiser ou déléguer.

L'objectif de cette communication est de faire comprendre l'articulation entre les équilibres de long terme et les ajustements de court terme en présence d'aléas climatiques dans la gestion des exploitations spécialisées en élevage de bovins allaitants (naisseurs). Deux types d'approches sont possibles. La première s'appuie sur l'analyse conjointe des pratiques et des résultats technico-économiques des exploitations par des enquêtes qualitatives ou quantitatives. C'est à partir de données empiriques qu'a été étudiée la relation entre la trajectoire des exploitations et la recherche de flexibilité (Astigarraga et al., 2008) et qu'ont été analysés les choix de production des éleveurs en relation avec la sensibilité de leurs résultats technico-économiques aux aléas climatiques (Veyssset et al., 2007 ; Mosnier et al. 2010a). La deuxième approche repose sur la modélisation et la simulation. Parmi les études bioéconomiques traitant du risque climatique en élevage figurent Jacquet et Pluvinage (1997), Lien et Hardaker (2001), Kobayashi et al., (2007), Mosnier et al. (2009, 2010b). Ces études permettent de simuler des variables technico-économiques non disponibles par ailleurs, d'isoler les effets des risques climatiques pour un contexte socio-économique et un type d'exploitation donnés et de mieux comprendre les décisions des éleveurs.

### 1. METHODE

Nous avons réalisé deux types de travaux sur des exploitations de bovins allaitants du bassin Charolais :

Une analyse de données d'enquête et des travaux de simulation. Cette présentation en fait la synthèse. L'étude empirique (Mosnier et al., 2010a) compare la sensibilité des résultats technico-économiques aux aléas climatiques d'exploitations avec un chargement plus ou moins élevé. La deuxième est réalisée à partir d'un modèle bioéconomique prenant en compte à la fois les anticipations des risques climatiques par les éleveurs et leur capacité d'ajustement (Mosnier et al., 2010b). Deux stratégies de gestion des risques (aversion ou indifférence au risque) sont simulées pour des prix d'achat du foin sur le marché plus ou moins élevés. Les aléas climatiques sont ici assimilés à la variation du rendement annuel des prairies issu des statistiques officielles Agreste.

**Tableau 1 :** Caractéristiques des groupes comparés issus des données d'enquêtes

	Ch+	Ch-
Nombre d'exploitations	13	19
Chargement moyen	1,44	1,16

### 1.1 ANALYSE D'UNE BASE DE DONNEES

Nous avons extrait de l'étude de Mosnier et al., (2010a) l'analyse de la sensibilité aux aléas climatiques des exploitations du bassin Charolais orientées vers la production de broutards. Le panel de 32 exploitations suivies sur la période 1987-2007 est réparti en deux groupes selon des critères de chargement (tableau 1). La répartition des exploitations dans les différents départements de la zone charolaise centrale entre les groupes est proche. Afin d'isoler les fluctuations à courts termes qui résultent des aléas, des évolutions tendancielles de moyen et long termes, les variables observées ont été recodées. Techniquement, ces variations sont mesurées par l'écart entre les observations annuelles et les moyennes mobiles estimées sur cinq années. L'estimation des corrélations révèle l'intensité des relations entre les aléas climatiques et l'évolution interannuelle des résultats technico-économiques. La variabilité des résultats technico-économiques est mesurée par l'écart-type de leurs fluctuations et est comparée entre les groupes.

### 1.2 SIMULATIONS BIOECONOMIQUES

Le modèle bioéconomique a pour objectif de simuler les stratégies de long terme pour gérer les risques climatiques ainsi que l'impact de séquences d'aléas climatiques sur les résultats technico-économiques des exploitations. Nous résumons ici la méthodologie (Mosnier et al., 2010b). Le processus décisionnel est décrit par la superposition de deux niveaux de décisions : le plan prévisionnel et l'ajustement progressif de ce plan à mesure que l'éleveur acquiert de nouvelles informations sur la séquence climatique simulée. Le plan prévisionnel définit pour une période de 3 ans les choix de production à long terme (ex : taille et composition du cheptel) et les ajustements de court terme. On suppose que l'éleveur prévoit que les conditions climatiques pourront être soit bonnes (rendement moyen sur 1990-2007 plus un écart type), soit mauvaises (rendement moyen moins un écart type) et ce pour les deux premières années du plan prévisionnel.

**Tableau 2 :** Caractéristiques des scénarios simulés

\*Note : cette valeur a été choisie de manière à diminuer par deux la variabilité de ses revenus dans le plan de production initial  $P_{90}$ .

	$P_{90}$	$P_{90A}$	$P_{120}$	$P_{120A}$
Prix du foin	90€/t	90€/t	120 €/t	120 €/t
Aversion absolue au risque	nulle	0,25*	nulle	0,25*

Ce plan est optimisé de manière à maximiser l'espérance de la marge brute et à minimiser sa variance induite par les aléas climatiques. L'importance de ce critère de variance est modulée par le coefficient d'aversion au risque (tableau 2). Pour simuler l'impact de la séquence climatique de 1990 à 2007, une succession d'optimisations est réalisée. Les variations « réelles » de rendement des prairies sont précisées pour les deux premiers mois de l'horizon de

planification, les rendements et décisions des périodes suivantes sont seulement prévisionnels. Le plan prévisionnel de 3 ans se décale progressivement sur l'horizon de simulation : 1990-2007. Le système de production modélisé consiste en un troupeau de bovins allaitants élevé sur 100 ha de prairie. La capacité du bâtiment d'élevage, la taille et la composition initiales du troupeau, le poids initial des animaux et les surfaces en prairies réservées à la fauche sont optimisées une fois pour toute. Pour faire face aux aléas, il est cependant possible d'ajuster : i) les achats d'aliments (foin et concentré) et les surfaces fauchées (dans l'intervalle de +/-10% de la surface totale), ii) le nombre et l'âge des animaux vendus, iii) le poids et l'état des animaux (dans la limite de +/- 5% de leur poids théorique) en faisant varier la composition de la ration et son contenu énergétique. Les recettes comprennent les ventes d'animaux et de foin, et les primes PAC correspondant à l'année 2010. Les charges sont celles associées au coût des bâtiments (proportionnel à la taille moyenne du troupeau), au prix horaire du travail d'astreinte pour le troupeau, aux charges diverses par UGB et à celles liées aux achats d'aliments, et enfin, aux charges liées à l'entretien et à la fauche des prairies. Deux niveaux de prix d'achat du foin sont simulés (tableau 2) pour tester l'importance de l'accès sur le marché à des fourrages qui peuvent se substituer à ceux autoproduits en cas d'aléas.

### 1.3 MISE EN PARALLELE DES RESULTATS

Dans ce qui suit, nous analyserons comment se situent les résultats technico-économiques des éleveurs ayant un plus faible chargement (*ch-*) par rapport à ceux des éleveurs ayant un chargement plus élevé (*ch+*). Les écarts entre les scénarios simulés réduisant l'exposition au risque climatique ( $P_{90A}$  et  $P_{120A}$ ) et ceux neutres au risque ( $P_{90}$ ,  $P_{120}$ ) seront mis en parallèle. Les valeurs absolues ne peuvent en effet pas être comparées car les calculs des variables sont parfois différents. Les charges variables simulées incluent par exemple le coût du travail d'astreinte alors que les charges observées n'en tiennent pas compte. De plus, les variations observées sont amplifiées par les fluctuations de l'environnement économique et politique, considéré stable dans la simulation.

## 2. RESULTATS

### 2.1 CARACTERISTIQUES MOYENNES DES SYSTEMES DE PRODUCTION

Les stratégies simulées de réduction de la sensibilité des profits aux aléas se traduisent par une diminution du chargement animal (tableau 3). Cette réduction d'effectif est d'autant plus forte que le prix du foin sur le marché est élevé. Les UGB perdus sont compensés par les économies sur les achats de foin en mauvaises années. Les stratégies simulées (aversion ou neutralité au risque) se rapprochent ainsi des deux groupes d'éleveurs observés définis sur des critères de chargement. Les exploitations les plus « chargées » de notre réseau sont caractérisées par une gestion globalement plus intensive se traduisant par une surface en maïs légèrement plus importante (3% vs 1,5% de la SAU). Le taux d'engraissement des génisses est plus fort mais celui des mâles très voisin (inférieur à 10%). Les quantités de concentrés consommées par UGB et les rendements en céréales sont plus élevés (mais une part des céréales dans la SAU proche). Enfin, davantage d'azote minéral est appliqué sur les prairies. Dans nos simulations en revanche, la gestion des surfaces hors prairie n'est pas simulée et le choix des types d'animaux produits reste le même selon les scénarios. Comme dans les exploitations de notre réseau, les mâles sont essentiellement vendus en broutards de 10 mois. Alors qu'une part non négligeable des femelles est engraisée dans les exploitations observées, le modèle ne simule que la vente de broutards : il apparaît plus intéressant dans nos scénarios et avec les contraintes données – surface constante en prairies, bâtiments et travaux coûteux mais non limités- d'avoir davantage de vêlages et des cycles plus courts.

**Tableau 3** : Résultats techniques moyens observés et simulés

Note : Les libellés des scénarios réfèrent aux tableaux 1 et 2

\* les valeurs en gras sont significativement supérieures à celles de l'autre groupe ou scénario (à 5%, test de Tukey)

	Base de données*		Simulation *			
	Ch+	Ch-	P <sub>90</sub>	P <sub>90A</sub>	P <sub>120</sub>	P <sub>120A</sub>
Chargement UGB/vêlage	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,0
Génisses engraisées	36%	18%	0%	0%	0%	0%
Concentrés (kg/UGB)	628	434	250	242	234	187
Prairie fauchée	52%	47%	42%	48%	61%	63%

Les quantités de concentrés distribuées en moyenne varient peu selon les scénarios, sauf dans le scénario P<sub>120A</sub> lorsque le chargement est beaucoup diminué. Les besoins peuvent alors être satisfaits quasiment uniquement avec les fourrages produits. Les quantités simulées de concentré consommées par UGB sont bien inférieures à celles observées dans le réseau. Ceci peut s'expliquer d'une part par la plus faible part des animaux engraisés. D'autre part, comme l'ont mis en avant Veyssset et al., (2007), il existe une différence importante entre les recommandations théoriques en énergie et les pratiques des éleveurs. Les surfaces en prairie récoltées dans les scénarios avec aversion au risque augmentent légèrement en moyenne afin de substituer le fourrage récolté au fourrage acheté et de constituer davantage de stock de sécurité. Elles augmentent dans des proportions plus importantes lorsque le prix du foin est plus élevé (P<sub>120</sub>) : pour les stratégies simulées, le prix du foin acheté a davantage d'impacts que l'aversion au risque.

## 2.2 LES AJUSTEMENTS TECHNIQUES

Les ajustements aux aléas climatiques que nous avons pu repérer dans les exploitations de notre panel sont mis en évidence par des corrélations significatives entre les variables d'exploitation et les aléas (tableau 4). Ces ajustements concernent principalement la composition des rations des animaux (substitution entre fourrages et aliments concentrés), l'achat d'aliments et la fauche des prairies. Les éleveurs les plus chargés distribuent en moyenne plus de concentrés par UGB, certainement en lien avec l'objectif d'alourdissement plus important de certains animaux. Cependant, nous supposons que les fluctuations interannuelles de consommation de concentré sont en grande partie destinées à pallier les variations de fourrages disponibles. La comparaison des écart-types interannuels entre les deux groupes d'éleveurs montre alors que globalement ce sont les éleveurs les plus chargés qui ont le plus recours aux achats d'aliments grossiers et à l'ajustement des surfaces fauchées pour faire face aux aléas. Les exploitations plus extensives font elles davantage varier le poids des animaux pour tamponner les aléas. Nous remarquons d'une part que les leviers d'ajustements simulés sont similaires à ceux observés. Ils apparaissent ainsi optimaux d'un point de vue économique. D'autre part, lorsque le prix du foin acheté (et donc de l'aliment de substitution au fourrage produit) est plus cher (P<sub>120</sub>), les éleveurs sont plus incités à diminuer leur chargement. Les exploitations observées plus chargées ont des rendements en céréales supérieurs, on peut donc supposer qu'ils disposent d'un accès plus facile aux aliments de substitution aux fourrages autoproduits. La gestion plus libérale du concentré et les chargements plus élevés observés pourraient s'expliquer par la plus grande disponibilité de concentré sur l'exploitation. De manière générale, il semblerait qu'un chargement plus faible s'accompagne de moindres ajustements du système de production aux aléas climatiques (figure 1). Ces ajustements sont d'autant plus réduits que coût d'accès aux aliments de substitution est fort.

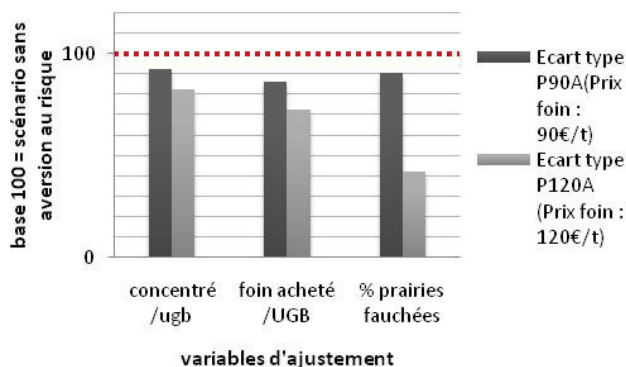
**Tableau 4** : Comparaison des ajustements techniques réalisés par les éleveurs de la base de données selon leur niveau de chargement

	Ecart types *		Corrélations **	
	Ch+	Ch-	Ch+	Ch-
Concentré (kg/ugb)	126	93	-0,3	-0,2
Alim. grossier acheté (€/UGB)	12	5	-0,3	-0,4
Part des surfaces fauchées (% SAU)	11	7	0,2	0,2
Viande produite (kg /UGB)	13	15	/	0,2

Notes : Les libellés des groupes réfèrent au tableau 1

\*les valeurs en gras sont supérieures à 5% (test de Levenne)

\*\*« / » : la corrélation des ajustements avec les aléas climatiques n'est pas significative à 10%

**Figure 1** : Importance des ajustements techniques en référence aux scénarios neutre au risque

## 2.3 LES RESULTATS ECONOMIQUES

Dans nos analyses empiriques et dans nos simulations, les exploitations avec un chargement plus fort présentent des charges et des ventes bovines plus élevées (tableau 5). Le revenu dégagé n'est par contre pas significativement supérieur. Les variations observées des charges bovines et des revenus des exploitations (hors aides exceptionnelles pour les crises économiques et les calamités agricoles) sont significativement corrélées aux aléas climatiques pour les deux groupes considérés (tableau 6). En revanche, lorsque les aides exceptionnelles dont notamment les aides versées par le Fonds National de Garanties des Calamités Agricoles (FNGCA) sont ajoutées, la corrélation n'est plus significative. Les aléas climatiques ont donc des conséquences économiques perceptibles pour la plupart des éleveurs mais ces conséquences sont amorties par le FNGCA.

**Tableau 5** : Résultats économiques moyens observés et simulés

	Base de données		Simulation			
	Ch+	Ch-	P <sub>90</sub>	P <sub>90A</sub>	P <sub>120</sub>	P <sub>120A</sub>
Charges bovines (€/ha)	309	220	650	608	598	525
Ventes bovines (€/ha)	751	639	838	790	777	689
Marge bovine (k€)			31,8	31,7	31,5	31,0
Revenu du travail et des capitaux (k€/UTH)	19	20				

Note : Les libellés des scénarios réfèrent aux tableaux 1 et 2.

Les valeurs en gras sont significativement supérieures à celles de l'autre groupe ou scénario (à 5%, test Tukey)

**Tableau 6** : Corrélations entre aléas climatiques et variables techniques et comparaison des écart-types selon les groupes de producteur.

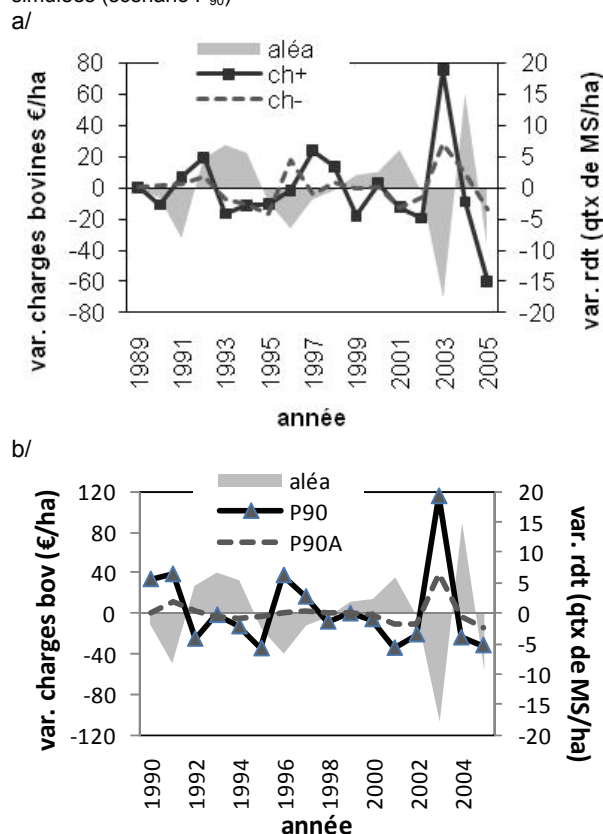
	Corrélations *		Ecart types **	
	Ch+	Ch-	Ch+	Ch-
Ventes bovines (€/ha)	/	/	106	90
Charge bovine (€/ha)	-0,4	-0,3	46	31
Revenu du Travail et des Capitaux (sans les aides exceptionnelles en k€/UTH)	0,3	0,2	6,5	5,9
RTC (avec les aides exceptionnelles en k€/UTH)	/	/	6,2	5,3

Notes : \* « / » indique que la corrélation n'est pas significative à 10%.

Les corrélations sont calculées en prenant en compte la moyenne du rendement de l'année en cours avec celle de l'année précédente

\*\*les valeurs en gras sont significativement supérieures à celles de l'autre groupe à 5% (test de Levenne)

**Figure 2** : Evolution des charges bovines a) observées et b) simulées (scénario P<sub>90</sub>)



Il existe une différence significative de la variabilité des résultats économiques : les éleveurs les moins chargés dégagent des revenus plus constants. Un moindre chargement se traduirait ainsi par une sensibilité des revenus aux aléas climatiques plus limitée. En parallèle, les simulations montrent que les stratégies de réduction des risques qui sont associées à des chargements plus faibles permettent de réduire la variabilité des charges et des profits d'environ 70% sur la période 1990-2007. Lorsqu'on observe plus en détail l'évolution des charges (figure 2), on remarque tout d'abord que les aléas défavorables génèrent des augmentations de charges l'année de l'aléa et/ou l'année suivante. Ceci s'explique par les reports de stock et par l'hivernage qui est à cheval sur deux campagnes dans notre base de données. Le décalage est moins important dans nos simulations puisque l'hivernage correspond entièrement à la campagne de récolte. Ensuite, observations et simulations montrent que c'est surtout la sécheresse de l'année 2003 qui pénalise les exploitations les plus chargées. Ces exploitations sont en effet plus justes en termes de ressources fourragères par UGB et ont déjà recours à des aliments de substitution en quantités supérieures (concentrés ou fourrages achetés) pour des aléas climatiques moins aigües. Dans nos simulations, les stratégies ont été élaborées en prenant en compte les rendements moyens plus ou moins un écart-type mais pas explicitement les valeurs extrêmes de la distribution des rendements annuels, telles que celle de 2003. On observe un décrochage des charges pour 2003, particulièrement fort pour le scénario neutre au risque. Par conséquent, entre le plan prévisionnel initial et la séquence climatique simulée le surplus de revenu moyen de la stratégie neutre au risque par rapport à la stratégie de réduction des risques est réduit de 85% alors que la variabilité des revenus est accrue. Les événements non anticipés peuvent donc remettre en cause l'optimalité des stratégies simulées. De la même façon, on peut supposer que de tels événements extrêmes n'avaient pas été anticipés par les éleveurs de notre réseau ou qu'ils n'avaient pas souhaité prendre en compte cette éventualité dans leurs plans de production. Il faudrait donc que les

éleveurs puissent avoir la sécurité d'être assurés pour des événements climatiques qu'ils ne souhaitent pas gérer en interne afin de garantir le bien fondé de leurs choix de production.

## CONCLUSION

L'originalité de cette présentation repose sur l'analyse des résultats de deux études menées sur le même type d'exploitation mais s'appuyant sur des approches différentes et complémentaires : l'analyse empirique d'une base de données et la simulation bioéconomique. L'intérêt de l'analyse empirique est clairement de s'appuyer sur des données observées dans des exploitations qui font face à des contraintes réelles. La modélisation confirme le fait que les principaux ajustements pour faire face aux aléas climatiques qui ont pu être observés -la complémentation des animaux et la fauche des surfaces en prairie- sont économiquement justifiés. L'ajustement des stocks de sécurité mis en évidence par les simulations n'était pas accessible dans notre base de données. Quant aux variations de l'efficacité de l'utilisation de la biomasse des prairies (gaspillage d'herbe quand les conditions sont très favorables, valorisation plus complète quand les conditions sont moins favorables), elles n'ont pu être introduites dans la simulation ni observées dans notre base de données. Ces autres aspects stabilisateurs (taux réel d'utilisation des prairies et stocks) devront ainsi être approfondis dans les études à venir. Les deux études mettent aussi en évidence que les résultats économiques les moins variables sont obtenus par les exploitations ayant les chargements les plus faibles. Ces exploitations sont aussi celles qui mobilisent le moins les leviers d'ajustement aux aléas. Un moindre chargement correspond donc à des stratégies caractérisées par des revenus moins sensibles aux aléas climatiques.

La modélisation nous renseigne ensuite sur l'importance du coût des aliments de substitution aux fourrages produits pour compléter les animaux en cas d'aléas. Des fourrages achetés bon marché ou une plus grande disponibilité en céréales sur l'exploitation n'inciteraient pas les éleveurs à assurer l'autonomie alimentaire des élevages en présence d'aléas. Enfin, elle pointe les différences entre les anticipations des éleveurs sur lesquelles ils élaborent leur stratégie et les résultats réels de l'entreprise en présence d'aléas non anticipés. Des événements extrêmes auxquels les éleveurs ne sont pas préparés peuvent remettre en cause l'intérêt de la stratégie choisie. Pour aller plus loin dans la compréhension de la gestion des risques climatiques, il faudrait mieux connaître les anticipations des éleveurs. Dans la mesure où le FNGCA devrait prochainement être remplacé par la souscription d'assurances privées, il serait également intéressant d'estimer quels risques les éleveurs veulent assumer et desquels ils souhaitent s'affranchir. D'autres enquêtes et analyses sont ainsi à envisager.

**Astigarraga L., Chia E., Ingrand S. 2008**, Symposium de l'IFSA, Clermont-Fd

**Dedieu B., Ingrand S. 2010**, INRA Prod. Anim. 23(1) : 81-90

**Jacquet, F., Pluvinage, J., 1997**, Agr. Syst. 53, 387-407

**Kobayashi, M., Howitt, R.E, Jarvis, L.S, Laca, E.A., 2007**, Amer. J. Agr. Econ. 89 (3), 205-817

**Lien G., Hardaker JB. 2001**, Eur. Rev. of Agr. Econ. 28(1) : 17-36

**Mosnier C., Agabriel J., Lherm M., Reynaud A. 2009**, Agr. Syst. 102 : 77-88

**Mosnier C., Agabriel J., Veysset P., Bébin D., Lherm M. 2010a**, INRA Prod. Anim. 23(1) : 91-101

**Mosnier C., Agabriel J., Lherm M., Reynaud A. 2010b**, Agir en situation d'incertitudes, Montpellier

**Veysset P., Bébin D., Lherm M. 2007**, journées AFPP, Paris