

La modélisation pour concevoir et évaluer des expérimentations « système ». Exemple du modèle Ostral en production ovine allaitante.

BENOIT M. (1), TOURNADRE H. (2), LAIGNEL G. (1), HOSTIOU N. (3), THOMAS Y. (2), PRACHE S. (1)

(1) INRA, UMR1213 Herbivores, Egeé, Theix, F-63122 St Genès-Champanelle, France

(2) INRA, UE1354 Ruminants Theix, F-63122 St Genès-Champanelle, France

(3) INRA, UMR1273 Métafort, Theix, F-63122 St-Genès-Champanelle, France

RESUME

Des expérimentations de type système sont développées dans des domaines expérimentaux pour étudier le fonctionnement et les performances de systèmes d'élevage atypiques ou innovants. L'utilisation en parallèle de modèles présente de nombreux atouts : en utilisation ex-ante, ils permettent de tester des hypothèses dans le cadre de systèmes cohérents d'un point de vue zootechnique (fonctionnement du troupeau par exemple). Ex-post, ils peuvent permettre d'une part de corriger certains biais expérimentaux incontournables dans ce type de dispositif, d'autre part d'extrapoler les performances à des situations non expérimentales tout en évaluant les charges de structures sur des dimensions de fermes commerciales. Les critères de performances peuvent être de divers niveaux : techniques, économiques, environnementaux, travail. Ostral a été utilisé dans le cadre d'une telle expérimentation sur un domaine Inra auvergnat. Il a ainsi été possible de comparer deux systèmes d'élevage ovins en cherchant à annuler les incidences de l'achat de fourrages ; il a aussi été possible d'évaluer les performances en augmentant d'un facteur trois la taille des troupeaux. Néanmoins, il est nécessaire d'identifier les limites d'un tel outil, en particulier concernant la variabilité quantitative et qualitative des ressources fourragères tout au long de l'année. Certains effets restent toutefois difficiles à évaluer lors d'un changement d'échelle, tel que la taille des lots d'animaux au pâturage vis-à-vis du dimensionnement des parcelles.

Modeling for designing and evaluating "farming system" experiments. The Ostral model for sheep production.

BENOIT M. (1), TOURNADRE H. (2), LAIGNEL G. (1), HOSTIOU N. (3), THOMAS Y. (2), PRACHE S. (1)

(1) INRA, UMR1213 Herbivores, Egeé, Theix, F-63122 St Genes-Champanelle, France

SUMMARY

Systemic approach experiments are implemented in experimental devices to study the functioning and performances of atypical or innovative farming systems. The parallel use of models has many advantages: in ex-ante use, they can be used to test hypotheses in the frame of coherent systems from flock functioning for example. Ex-post, they can allow correcting some unavoidable experimental "bias" in this type of device, and extrapolating the performances in non-experimental situations while assessing structural cost on commercial farm size. There can be various performance criteria: technical, economic, environmental, labor. Ostral was used in such an experiment on an INRA farm in Auvergne. It was thus possible to compare two sheep breeding systems cancelling the effects of fodder purchases; it was also possible to assess performance by increasing three-fold the size of the flocks. Nevertheless, it is necessary to identify the limits of such a tool, especially for quantitative and qualitative variability of forage resources throughout the year. In addition, some effects are difficult to assess during a change of scale, for example the size of batches of grazing animals regarding the size of the paddocks.

INTRODUCTION

La conception et l'évaluation de systèmes d'élevage peuvent être réalisées par des approches différentes et complémentaires. En parallèle d'observations de terrain via par exemple des réseaux d'élevage, deux types d'outils peuvent se révéler indispensables : d'une part des expérimentations « système » pour tester des hypothèses innovantes et risquées (Coquil *et al.*, 2008, Benoit *et al.* 2009), ces dispositifs en conditions contrôlées permettant la prise en compte des interactions intrinsèques à un système d'élevage et le recueil des nombreuses données nécessaires à l'interprétation des résultats. D'autre part des modèles informatiques conçus à l'échelle du système d'élevage. L'objet de cette étude est de montrer en quoi l'utilisation de ce type de modèle a pu contribuer à la conception et à l'évaluation de systèmes expérimentaux en élevage ovin.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. EXPERIMENTATION SYSTEME

1.1.1 Description

L'expérimentation système à la base de cette étude s'est déroulée de 2009 à 2013 à l'Unité Expérimentale des Ruminants à l'Inra de Theix. Elle a comparé 2 systèmes

d'élevage herbagers se différenciant par la répartition des mises bas, avec l'hypothèse que le fractionnement des sessions de mise bas dans une campagne pourrait permettre de diminuer la sensibilité à divers types d'aléas (techniques, économiques, climatiques, sanitaires). Les systèmes ST (système témoin) et SF (système fractionné) ont ainsi respectivement 2 et 4 périodes de mise bas par an (Figure 1). Ils ont été configurés avec chacun 120 brebis de race Limousine sur une SAU de 27,2 ha (Tableau 1) ; 2/3 des mises-bas sont prévues au printemps et 1/3 à l'automne. La stratégie générale, pour les deux systèmes, vise à rechercher le meilleur compromis entre maximisation de la productivité numérique et minimisation des coûts de production, en particulier ceux correspondant à l'utilisation de concentré. Aussi, l'utilisation maximale des fourrages est systématiquement recherchée. Les agneaux nés en février et avril sont engraisés à l'herbe (avec plus ou moins de concentré selon les années), les agneaux d'automne en bergerie (après une phase d'élevage à l'herbe pour ceux nés en septembre). Les brebis à faibles besoins l'hiver (par exemple celles mettant bas en avril) restent au pâturage toute l'année. L'objectif de chargement était initialement de 0,75 UGB/ha. A partir de 2011, compte tenu des observations des deux premières années et pour accroître la sensibilité aux aléas, l'objectif de chargement a été rehaussé à 0,80

UGB/ha par augmentation du nombre de brebis. Ce critère de chargement est important, car il est en lien direct avec l'autonomie fourragère et alimentaire des troupeaux et il impacte les résultats économiques voire environnementaux (consommation d'énergie non renouvelable).

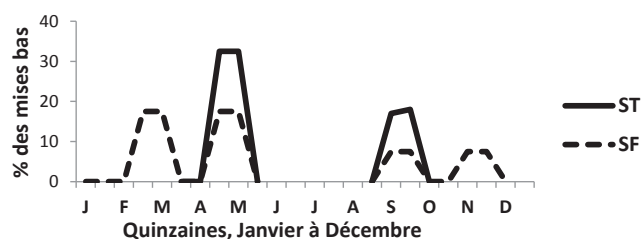


Figure 1 : Calendrier de mise bas des systèmes témoin (ST) et fractionné (SF)

1.1.2 Principaux résultats technico-économiques

En SF, la productivité numérique (PN, nombre d'agneaux produits par brebis et par an) a été supérieure à ST grâce aux deux sessions de lutte pour les mises bas de contre-saison et au bon niveau de fertilité correspondant (tableau 1). Malgré une consommation de concentré plus élevée en SF (en lien avec la session de mise bas en février), ce meilleur résultat de PN aurait dû conduire à une meilleure marge brute par brebis, ce qui n'a pas été le cas. En effet, SF a dû acheter des fourrages les trois dernières années, ce qui n'était pas prévu. Ceci a été dû en partie à une moins bonne valorisation des ressources pâturées en SF (gaspillage d'herbe lié à des lots de taille plus faible qu'en ST dans des parcelles de même taille), ce qui a conduit à une moindre disponibilité en surfaces fauchables. Mais ceci pourrait aussi être dû au fait que le chargement a été en moyenne supérieur en SF vs ST (+7%) avec des écarts d'effectifs entre ST et SF. En effet, d'une part le renouvellement a été inférieur à ce qu'il aurait dû être en ST compte tenu de la tension entre le souhait d'atteindre 1/3 de mise bas à l'automne et les aléas de fertilité pour les luttés correspondantes, d'autre part la mortalité des brebis a été un peu plus forte en ST (5% vs 3% en SF), en lien a priori avec une présence des brebis au pâturage plus importante. En ST, le niveau de chargement moyen a ainsi été inférieur en moyenne à l'objectif (0,76 vs 0,80 UGB/ha planifié les 3 dernières années). En revanche, en SF, le chargement a été supérieur à l'objectif (0,83 en moyenne des 3 dernières années vs 0,80 planifié) du fait de la contribution plus importante des agneaux en termes d'UGB (PN supérieure au ST) et de l'augmentation du cheptel un peu supérieure. Cette évolution contrastée entre ST et SF s'est traduite par la vente d'excédents de fourrages en ST et l'achat de fourrages en SF. Ces derniers contribuent significativement à la baisse des autonomies fourragère et alimentaire en SF et à une baisse significative de la marge brute par brebis, le coût de l'achat de fourrages représentant 10% de la marge brute.

1.1.3 Questions

Notre objectif est de comparer et d'analyser les performances techniques, économiques et environnementales de systèmes différant sur le nombre de périodes de mise bas. Par ailleurs, l'achat (ou la vente) de fourrages peut dissimuler des effets infra directement liés à ce fractionnement des sessions de mise bas. Aussi, compte tenu des observations ci-dessus, plusieurs questions peuvent être posées :

1°) En SF, le léger dépassement du niveau de chargement par rapport à l'objectif (+3,2%) a-t-il été un facteur déterminant de l'achat de fourrages ? 2°) Quel aurait été le niveau de chargement en SF qui aurait assuré une autonomie totale en fourrages et 3°) quel aurait été le chargement optimal de ST pour éviter la vente de fourrages ? 4°) Quelles seraient alors les performances de ST et SF dans

Tableau 1 : Caractéristiques et résultats de l'atelier ovin pour les systèmes Témoin (ST) et Fractionné (SF)

(moyennes 2009-2013)	ST	SF	SF/ST (%)
SAU (ha)	27,2	27,2	0
Brebis + 12 mois	120,4	126,0	5
Brebis déclarées Prime Ovine	131	131	0
UGB	19,4	20,7	7
Chargement (UGB/ha SFP)	0,76	0,80	7
Prod.Num.(nb agneaux/brebis)	1,35	1,46	8
Concentré /brebis (kg)	60,2	76,2	27
Produit ovin /brebis (€)	128,4	142,9	11
Charges /brebis (€)	49,0	63,4	29
dont achat fourrage/brebis (€)	0 (vente)	8	-
Marge Brute /brebis (€)	79,4	79,5	0
Autonomie fourrag. UF (%) (1)	90,0	83,2	-8
Autonomie aliment. UF (%) (2)	95,0	88,9	-6

(1) Part des besoins UF troupeau couverte par les fourrages de l'exploitation

(2) Part des besoins couverte par les fourrages et cultures de l'exploitation

des situations optimisées d'autonomie en fourrages ?

Par ailleurs, dans l'évaluation des performances, nous butons sur la question d'économie d'échelle, car les troupeaux ont des effectifs réduits dans cette expérimentation, et, en site expérimental, il est difficile d'identifier les charges de structure à affecter à chaque système.

Pour répondre à ces questions, nous avons procédé à 2 phases de simulation : 1/ l'ajustement des chargements de ST et SF de façon à mettre en adéquation besoins des troupeaux et surfaces nécessaires, et 2/ extrapolation des systèmes à une dimension de ferme commerciale, afin de prendre en compte les effets d'économie d'échelle et d'évaluer les charges de structure.

1.2. MODELE OSTRAL

Ostral est un outil de simulation composé de plusieurs modules. Le premier développé vise à organiser le fonctionnement de la reproduction d'un troupeau ovin à l'échelle de la campagne (Benoit, 1998), en prenant en compte les interactions entre les lots d'animaux reproducteurs et en établissant le bilan zootechnique annuel correspondant et les calendriers d'évènements. Sur cette base ont été construits plusieurs modules permettant i) le calcul des performances économiques à l'échelle de l'atelier ou de l'exploitation (marge brute, revenu, etc.), ii) les bilans environnementaux (énergie non renouvelable et émissions de GES selon méthode ACV, bilan azoté), iii) le bilan travail (méthode Inra-Idele, Dédieu *et al.*, 2006), iv) la prise en compte d'aléas techniques et économiques, et v) la mesure des incidences des modes de commercialisation.

2. RESULTATS

2.1 MODELISATION EX-ANTE POUR CONCEVOIR LES SYSTEMES ET TESTER LES HYPOTHESES

Dans un premier temps, Ostral a été utilisé pour la construction des systèmes de reproduction de ST et SF en fonction des objectifs de répartition des mise-bas et du potentiel des animaux, notamment la capacité à reproduire en contre saison. Ainsi, l'outil a permis de définir comment mettre en place et gérer les différents lots d'animaux, dont les agnelles et les brebis de réforme (saison des mouvements et effectifs concernés) afin d'obtenir le fonctionnement souhaité. Par ailleurs, Ostral a aussi permis d'évaluer la souplesse de réajustement possible de chaque système en cas de différence prévu/réalisé, par exemple dans le cas de la fertilité en contre saison, difficile à prévoir et qui avait été identifiée comme un point sensible en ST.

Le module « sensibilité aux aléas » a été utilisé avant la mise en place de l'expérimentation afin de tester la validité des hypothèses. Le modèle a ainsi prévu une sensibilité moindre de SF aux aléas zootechniques mais supérieure aux aléas de prix des intrants, dont les concentrés (Tournadre *et al.*, 2009). Cependant, il ne nous a pas permis d'étudier la sensibilité

aux aléas climatiques ou sanitaires. Or, les premiers ont été importants, avec un printemps 2011 sec et des printemps 2012 et 2013 froids, le SF les subissant d'autant plus que le niveau de chargement était alors en moyenne supérieur de 9% au ST. Alors qu'Ostral a bien prévu en SF les niveaux supérieurs de PN et de consommation de concentrés, les achats de fourrages et leur impact sur la marge brute n'ont pas été appréhendés par la modélisation, réalisée sur la base de niveaux de chargement identiques entre SF et ST.

2.2 MODELISATION EX-POST POUR APPREHENDER LES PERFORMANCES DES SYSTEMES (Tableau 2)

2.2.1 Ajustement des chargements pour une autonomie en fourrages

Ostral a été utilisé dans un premier temps pour reconstruire ST et SF sur la base de leurs résultats moyens sur les 5 années, ce qui constitue la comparaison de base (ST-base et SF-base). Pour cela, quelques réajustements ont été réalisés par rapport aux résultats observés, pour améliorer la comparaison des performances entre les deux systèmes : transformation des quelques agnelles de reproduction vendues en agneaux de boucherie, relèvement du taux de réforme car on travaille sur un effectif de brebis stable dans Ostral (effectifs de début et de fin de campagne identiques), même rendement des cultures de céréales dans les deux systèmes. Le fonctionnement des troupeaux n'a pas été modifié.

La première simulation a consisté à réajuster les chargements moyens des 2 systèmes de façon à éviter les achats ou la vente de fourrages et contourner ainsi les biais qui affectent l'analyse des performances des systèmes (ST-Corr et SF-Corr). Pour évaluer ces niveaux de chargement, nous avons procédé de la façon suivante : le ST a vendu 22 tonnes de matière sèche (TMS) de fourrages secs et le SF en a acheté 28 Tonnes (T) durant les 5 années ; le surplus de consommation de fourrages de SF par rapport à ST est ainsi estimé à 50 T.

Par ailleurs, en considérant le nombre d'UGB moyen de chaque système, on peut évaluer (sur la base d'une consommation de 4,75 TMS de fourrages par UGB et par an) le surplus de besoins de fourrages totaux en SF à 36,6 T (soit 6,3% des besoins). Aussi, on peut considérer que le reliquat (13,4 TMS) est lié à une moindre efficacité de SF (ou gaspillages), élément intrinsèque au système. En résumé, il ressort donc que 73% de l'écart de disponibilités fourragères (36,6 TMS sur 50 TMS) est lié à la différence d'effectif (UGB), le reste (27%) étant imputable au fonctionnement du SF, valorisant moins bien les ressources fourragères. Nous basons donc notre simulation sur une réduction de chargement de SF de 6,3+2,4=8,7%. Le chargement ainsi calculé est de 0,735 UGB/ha. Pour ce qui concerne ST,

l'absence de vente de fourrage peut se traduire par la possibilité d'élever plus d'animaux, et donc de détenir 0,05 UGB/ha supplémentaire, soit une hausse potentielle correspondante du chargement de 4%.

2.2.2 Résultats des simulations

Nous comparons 3 états pour chaque système :

- Situation de base (avec achat ou vente de fourrages)
- Situation après correction des achats/ventes de fourrages grâce à un ajustement du chargement, avec SAU constante
- Extrapolation sur un effectif de ferme commerciale, soit 350 brebis sur 68,2 ha en ST. SF est extrapolé sur la même surface, mais avec 320 brebis compte tenu du chargement moindre et du léger surplus de céréales autoconsommées (tableau 2 : ST-Extr et SF-Extr).

Nous étudions les écarts entre systèmes et situations sur quelques indicateurs clé, à l'échelle de l'atelier ovin ou de la ferme.

Comparaison SF/ST en situation de base.

L'effectif de brebis (+ 12 mois) est supérieur de 5% en SF, et le chargement de 6%, le SF générant aussi un peu plus d'UGB (+6%) du fait d'une productivité numérique supérieure (+8%). On pourrait ainsi attendre une marge brute par brebis supérieure en SF vs ST. Cependant, les achats de fourrages atteignant 8 €/brebis en SF, la marge brute y est inférieure de 2% et l'autonomie fourragère est inférieure de 4 points. Malgré ces achats, la consommation d'énergie (MJ/kg carcasse) reste inférieure de 9% en SF vs ST, car, en ST, l'énergie nécessaire à la production des fourrages vendus est supportée par le troupeau, et la PN est inférieure.

Comparaison SF/ST après corrections des chargements.

Alors qu'initialement le chargement de SF est supérieur de 6% à ST, il y a inversion après correction : viser l'autonomie en fourrages aurait ainsi nécessité de concevoir SF avec un chargement inférieur de 6% à celui de ST (et -9% par rapport à celui observé, soit 0,735 au lieu de 0,805). Ce chargement inférieur ne modifie pas la pression de pâturage mais la part des fourrages autoproduits. L'autonomie en fourrage grossier ainsi atteinte, la marge par brebis augmente de 8,5% et est finalement supérieure de 6% à celle de ST. Par ailleurs, l'autonomie fourragère passe de 85,8% à 87,2%, mais reste inférieure à celle de ST. Ces réajustements impactent aussi la consommation d'énergie qui est en baisse en ST (77,8 MJ/kg carc vs 79,1) car la dépense énergétique de la production du foin (vendu) était imputée au troupeau. Elle augmente de 5% en SF *a priori* essentiellement parce que le coût énergétique du fourrage récolté sur la ferme (avec un rendement par ha faible) est supérieur à celui acheté. Finalement, l'écart sur la consommation d'énergie en faveur de SF n'est plus que de 3% (vs 9% initialement).

Tableau 2 : Comparaison des systèmes ST et SF, base, base corrigée, extrapolés à 68,2 ha de SAU. Critères de structure, de performances techniques, économiques et environnementales

	ST-base	ST-Corr	ST-Extr	SF-base	SF-Corr	SF-Extr	SF/ST base	SF/ST Corrigés	SF/ST Extrap.
SAU (ha)	26,5	26,5	68,2	26,5	26,5	68,2	0%	0%	
Brebis + 12mois	120,3	124,7	321,3	125,8	115,1	296,6	5%	-8%	
Brebis primées	131	136	350	136	124	321	4%	-8%	
UGB	19,2	19,9	51,3	20,3	18,6	47,8	6%	-7%	
Chargement (UGB/ha SFP)	0,756	0,785	0,785	0,805	0,735	0,735	6%	-6%	
Charges /brebis (€)	48,4	48,4	47,5	64,1	56,7	55,7	32%	17%	
Marge Brute /brebis (€)	89,0	89,0	89,9	87,1	94,5	95,5	-2.1%	6%	
Auto. fourrag. UF (%)	89,8	89,8	89,8	85,8	87,2	87,2	-4%	-3%	
Auto. aliment. UF (%)	95,0	95,0	95,0	91,7	93,2	93,2	-3%	-2%	
Charges structure (€/Ustruct. (1))	814	793	655	777	844	692	-4%	6%	6%
Résultat courant (PAC 2020) (€)			28747			28493			-0.9%
Energie consommée (MJ/kg carc)	79,1	77,8	65,7	72,0	75,6	62,7	-9%	-3%	-5%
Emission GES (CO2eq/kg carc.)	33,6	33,5	33,8	30,2	30,3	30,5	-10%	-10%	-10%
Emission GES après séquestr sol	24,2	24,4	24,6	22,4	21,6	21,7	-7%	-12%	-12%

Les indicateurs Productivité numérique, Consommation de concentré, Produit ovin par brebis sont inchangés par rapport au tableau 1

(1) Ustruct. = Unités Structurelles = UGB + Ha de cultures (cultures peu importantes : 4 à 5 % de la SAU pour ST et SF)

Concernant les émissions de GES, le différentiel reste identique en faveur de SF (-10%). Cette meilleure performance est directement en lien avec la productivité numérique supérieure (Benoit *et al.*, 2010). Par contre, le réajustement des chargements creuse l'écart si l'on prend en compte la séquestration du carbone, l'essentiel de la SFP étant composé de prairies naturelles et parcours. Les émissions nettes de CO₂ sont *in fine* inférieures de 12% en SF (21,6 kg/kg carc vs 24,4 en ST) contre 7% initialement.

Comparaison SF/ST après corrections des chargements puis extrapolation des effectifs.

Compte tenu du différentiel de chargement et du léger surplus de céréales autoconsommées en SF (34 vs 29 kg par brebis), le nombre de brebis +12 mois en SF est inférieur de 8% (296,6 vs 321,3) et le nombre d'UGB est inférieur de 7%. L'une des conséquences est l'augmentation des charges de structure par UGB en SF (+6%) car, structurelles par définition, elles sont réparties sur un nombre d'animaux productifs moindre. Le résultat courant (situation de la PAC 2015-2020) est finalement comparable entre les deux systèmes (-0,9% pour SF). Concernant les consommations d'énergie, l'écart entre systèmes évolue peu, mais elles baissent nettement pour les deux (-8%) du fait des économies d'échelles sur la mécanisation, et malgré des déplacements de matériels plus importants (distance moyenne des parcelles plus importante). Ces derniers éléments jouent de façon marginale sur les émissions de GES /kg de carcasse, en très légère hausse.

3. DISCUSSION

La construction et la mise en place des deux systèmes de reproduction ont été directement issues de la modélisation *ex-ante*, et le fonctionnement a été très proche de celui prévu, avec 66% et 65% des mises bas au printemps pour ST et SF. Il avait été prévu que l'équilibre serait beaucoup plus difficile à tenir en ST du fait de l'incertitude des résultats de fertilité à la lutte en avril et de la faible marge de manœuvre. Ceci s'est vérifié et constitue l'un des éléments d'explication de la légère baisse d'effectif en ST (difficulté de gestion du renouvellement). Les expérimentations systèmes requièrent des moyens expérimentaux importants. Leur dimensionnement est ainsi parfois établi sur des effectifs nettement inférieurs à ceux de fermes « professionnelles ». La conséquence est exacerbée pour le SF étudié : avec le fractionnement des mises-bas, la taille de certains lots n'atteint pas 20 brebis. L'optimisation de la gestion du pâturage aurait ainsi nécessité le recoupement des parcelles existantes afin d'éviter le 'gaspillage' de la ressource. Pour des raisons matérielles (dont la charge de travail, déjà accrue en SF), cela n'a pas été possible. L'ampleur de cette question n'avait pas été anticipée, au moins à ce niveau. Le modèle Ostral ne permet pas de simuler une meilleure efficacité du pâturage que l'on pourrait attendre avec de plus gros effectifs. Il permet de prendre en compte cette moindre efficacité *via* une baisse de chargement qui rendrait le système totalement autonome du point de vue des fourrages. Mais qu'en serait-il de la gestion du SF sur la base de 350 brebis ou beaucoup plus ? La taille plus importante des lots d'animaux pourrait peut-être limiter voire supprimer ce phénomène de gaspillage. Par ailleurs, avec des tailles de troupeau beaucoup plus importantes, la multiplication des sessions de mise bas pourrait devenir une solution à étudier et déboucher sur une optimisation des résultats techniques. En effet, elle permettrait de limiter les pointes de travail liées à la concentration de très gros effectifs sur des périodes courtes et la saturation des bâtiments (Hostiou, 2013). Avec de tels effectifs, la présence de plusieurs travailleurs permettrait alors de limiter la contrainte de périodes d'astreinte longues. La réussite du type de système étudié (et plus globalement de systèmes d'élevage allaitant herbagers) est très largement dépendant des ressources de la ferme. Des aléas à cet égard sont difficiles à prendre en compte

dans la mesure où i) les systèmes allaitants étudiés sont basés à près de 90% sur l'utilisation des ressources fourragères de la ferme, y compris en hiver au pâturage pour une partie des animaux, ii) des aléas climatiques peuvent concerner toutes les saisons, de façon combinatoire, avec des amplitudes et des caractéristiques variables, dans une mosaïque de milieux, iii) les réponses à des déficits en fourrages, en termes de conduite d'élevage, peuvent être multiples : acceptation ou non de baisse de performances zootechniques (reproduction, engraissement), achat de fourrage ou de concentré, mise en place de cultures intermédiaires, baisse ponctuelle des effectifs reproducteurs ou changement de type de produit (plus légers; autres marchés). Ostral n'est pas conçu pour traiter ce type de question. Il ne prend pas non plus en compte les aléas sanitaires, sauf indirectement *via* le taux de mortalité des agneaux. Cette question est complexe car chaque type de pathologie touche à une ou plusieurs fonctions de l'animal avec des niveaux de contamination entre animaux variables et la question du parasitisme doit aussi intégrer les conditions climatiques. Une étude spécifique du travail en ferme a été réalisée sur le dispositif, avec un chronométrage des tâches concernant le troupeau, dans chaque système. En parallèle, nous avons utilisé Ostral pour simuler le Temps d'Astreinte et l'évaluation correspond bien aux observations (avec un surplus en SF). Il sera cependant nécessaire d'analyser finement la construction de ces résultats. Outre le Travail d'Astreinte, Ostral permet l'estimation des travaux de saison sur ST-Extr et SF-Extr, avec les économies d'échelle associées. Il sera alors possible de positionner ces résultats sur des références construites en fermes privées (Idele, 2010). Une application majeure de simulation, simple à mettre en œuvre, pourrait également être envisagée pour simuler la réponse des systèmes en terme économique en modifiant le contexte économique et les mesures de politique publique.

CONCLUSION

La première utilisation d'Ostral dans ce contexte expérimental a été la conception du fonctionnement des troupeaux et l'évaluation *ex-ante* des performances techniques, économiques, environnementales, et leur sensibilité à divers types d'aléas. *Ex-post*, Ostral a permis d'une part d'approcher les incidences de biais expérimentaux (avec finalement une marge brute par animal supérieure en SF et la confirmation d'une moindre autonomie fourragère en SF) et d'extrapoler les résultats à l'échelle d'une ferme commerciale en prenant en compte les phénomènes d'économies d'échelles. Ainsi, nous avons pu évaluer les performances économiques globales (résultat courant), ainsi que les bilans énergétiques et de GES (plus favorables en SF). Ostral confirme que la charge de travail est nettement plus élevée en SF. Cet outil, conçu comme outil générique utilisable dans des contextes pédo-climatique extrêmement variables, ne peut pas, en contrepartie, simuler les impacts de variations fines des ressources utilisées, de même des aléas climatiques ou sanitaires.

Nous remercions le personnel de l'UERT (INRA Clermont-Ferrand Theix) qui a mis en place et conduit le dispositif expérimental de cette étude.

Benoit M., 1998., INRA Prod. Anim, 11, 199-209

Benoit M., Tournadre H., Dulphy J.P., Laignel G., Prache S., Cabaret J., 2009, INRA Prod. Animales, 22, 207-220.

Benoit M., Laignel G., Roulenc M., 2010. Renc. Rech. Ruminants, 17, 351-354

Rouquil X., Dedieu B., 2008, Editions Quae, 50-51

Hostiou N., 2013. Organic Agriculture 3(2), 111-121

Dedieu B., Servièrre G., Madelrieux S., Dobremez L.,

Cournut S., 2006. Cah Agric, 1015, 506-513.

Idele 2010, ISBN 978-2-36343-083-0, 26p

Tournadre H., Sirben E., Benoit M. Renc. Rech. Ruminants, 16, 337-340