

# Simplifications de l'affouragement pour les troupeaux allaitants : évaluation des pratiques et de leurs conséquences zootechniques<sup>1</sup>

AGABRIEL J. (1,2), FARRIE J.P. (4), POTTIER E. (4,5), NOTE P. (3)

(1) INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

(2) Clermont Université, VetAgro Sup, UMR Herbivores, BP 10448, F-63000, Clermont-Ferrand, France

(3) INRA, UE1296 Monts d'Auvergne, F-63210 Orcival, France

(4) Institut de l'Élevage, 63170 Aubière

(5) CIIRPO Le Mourier, 87 St Priest Ligoure

## RESUME

Les simplifications des pratiques d'alimentation et d'affouragement telles que les modifications des modes et de rythmes de distribution des aliments, peuvent influencer sur les performances zootechniques des ruminants. La distribution de l'alimentation hivernale par remorque mélangeuse qui broie partiellement les brins longs conduit à des niveaux d'ingestion d'autant plus accrues que les fourrages utilisés sont grossiers. La distribution séparée d'aliments concentrés de différentes natures à des agneaux à l'engrais ne modifie que peu les quantités et les proportions moyennes ingérées en comparaison à un mélange, et n'affecte pas les croissances. Mais la distribution à des bovins d'ensilage une fois tous les deux jours ou trois fois par semaine, et l'alternance de la distribution des composants de la ration sur la semaine, sont des pratiques qui conduisent à une moindre utilisation nutritive des aliments de la ration. La gestion de la composition des groupes qui reçoivent cette alimentation simplifiée peut renforcer ou atténuer ces effets.

L'utilisation de ces techniques est possible mais limitée à des animaux modérément productifs. Ils peuvent mobiliser la plasticité du comportement d'ingestion, des processus digestifs et métaboliques pour s'adapter à des rythmes de distribution d'alimentation très variés sans modifier les lois de réponses aux apports alimentaires. Cette capacité d'adaptation est une caractéristique forte des ruminants sur lequel l'éleveur peut s'appuyer pour aménager son travail selon ses contraintes personnelles. La modification des pratiques se raisonne donc toujours au regard des capacités d'adaptation des animaux, lesquelles doivent être mieux quantifiées par les travaux de recherches à venir.

## Consequences of management simplifications on animal performance: the example of feed distribution and milking in cows.

AGABRIEL J. (1,2), FARRIE J.P. (4), POTTIER E. (4,5), NOTE P. (3)

(1) INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

## ABSTRACT

Simplification of feeding practices such as changes in patterns and rythmes of feeding do influence ruminant performance. Distribution of winter feed using a mixer wagon that partially grinds long strands of fiber leads to higher intake levels especially for coarser fodder. The separate distribution of different types of concentrate to fattening lambs only slightly modifies the quantities and average proportions ingested as compared to mixtures and does not affect growth. But distribution of silage to fattening cattle once, two or three times a week, or alternating diet components during the week lead to a lower nutritional value of the diet's constituents. Managing the composition of the groups receiving this simplified feed may reinforce or attenuate these effects.

The use of these techniques is possible, when limiting them to animals with a low or medium level of production. Thus the animals can mobilize the plasticity of feed-intake behaviour and of the digestive and metabolic processes to adapt themselves to various changes in diet distribution without upsetting the known laws of generic responses. This capacity to adaptation is an important trait of ruminants that breeders can use when organising his/her work according to personal constraints. Modification of practices should always keep in mind the capacity of adaptation of the animals, which in the future, must be better understood through research.

<sup>1</sup> Texte proposé et discuté dans le cadre de l'UMT PASF 63122 Saint-Genès-Champanelle.

## INTRODUCTION

La taille des troupeaux allaitants a régulièrement augmenté dans les exploitations d'élevage bovin et ovin au cours de la dernière décennie, entraînant une augmentation forte des contraintes de travail (Charroin et al, 2012). Des enquêtes et expérimentations ont montré qu'une réflexion approfondie sur les pratiques d'élevage était nécessaire. L'alimentation représente la moitié du travail d'astreinte d'un troupeau allaitant occupant en moyenne 413 h de travail par an pour un troupeau de 100 vaches (Kentzel et al, 2010). La simplification des pratiques d'alimentation, est une des pistes permettant d'aménager ou de réduire les contraintes de travail (Pichereau et al 2004). La simplification peut avoir différents objectifs selon qu'elle porte sur le travail d'astreinte ou de saison, et selon qu'elle vise à réduire la pénibilité, ou bien la fréquence des opérations de soins comme l'allotement ou la distribution de la ration (Hostiou et Fagon, 2012).

Simplifier les pratiques d'élevage des animaux peut induire de fortes variations dans leur environnement nutritionnel et social. Si les lots sont de plus grande taille, les ré-allotements moins fréquents, et les traitements moins individualisés, les animaux peuvent se retrouver en situation de compétition plus intense et risquent des situations de « mal-être » avec une augmentation significative de la variabilité des performances zootechniques. La distribution régulière une à deux fois par jour des principaux ingrédients de la ration (fourrages et concentrés) vise par exemple à maîtriser les quantités distribuées et à réguler les apports. Cette pratique courante, et qui sert de témoin dans les expérimentations, permet de faire s'exprimer au mieux le potentiel de production des animaux. Selon les modifications qui peuvent porter sur l'ordre, la fréquence, la régularité de la distribution des ingrédients, leur mélange préalable ou non, la simplification des pratiques d'alimentation peut ainsi augmenter l'hétérogénéité des apports ou à l'inverse les homogénéiser.

Les pratiques simplifiées vont avoir un impact variable sur les fonctions physiologiques de croissance, de lactation et de reproduction selon les catégories d'animaux, et selon leur aptitude à mobiliser, à court et moyen terme, la panoplie des réponses adaptatives physiologiques et comportementales dont ils disposent (Blanc et al. 2010). La connaissance a priori de ces réponses adaptatives et de leur éventail peut permettre d'innover pour développer de nouvelles simplifications en réduisant au maximum les risques. Par exemple la maîtrise de la relation nutrition-reproduction par la connaissance de la dynamique de l'état corporel chez la vache allaitante permet d'éviter les risques de baisse de productivité, comme nous le développerons plus loin.

A partir d'un éventail de situations choisies de pratiques d'affouragement, cette synthèse fait ainsi le point sur quelques conséquences mesurables induites par les simplifications possibles. Celles-ci sont envisagées de différentes façons, i) en mécanisant au moyen de l'utilisation d'une remorque mélangeuse, ii) en adaptant les dispositifs de mise à disposition des concentrés, iii) en espaçant les rythmes de distribution des fourrages et en raisonnant leur alternance à l'échelle de la semaine et non de la journée, iv) en agrandissant la taille des lots pour une distribution plus mécanisée et plus rapide, v) en limitant la distribution de fourrages par un recours plus important au pâturage hivernal. Nous analyserons les effets zootechniques (ingestion, production, croissance) de ces modifications raisonnées. Les exemples choisis portent sur une large gamme de niveaux de production, et nous montrerons que les modalités simplifiées entraînent des risques de contre-performances de plus en plus importants et variés au fur et à mesure que ce niveau s'accroît. Nous avons considéré les modifications des performances au niveau de l'individu comme au niveau du groupe en analysant, chaque fois que possible, les modifications induites sur la variabilité de ces performances.

## 1. DISTRIBUER UNE RATION COMPLETE MELANGEE ET RICHE EN FOIN

La distribution de tous les aliments – fourrages et concentrés – en un seul passage est possible par l'utilisation d'une remorque mélangeuse dans les systèmes d'alimentation basés à la fois sur de l'ensilage et du foin. Elle permet une mécanisation complète de ce poste de travail et un gain de temps dépendant de l'organisation et, pouvant représenter jusqu'à 35 % du temps consacré à l'alimentation (Farrié et al., 2004). Les conséquences d'un tel mode de distribution largement testé en élevage laitier ont été évaluées en élevage bovin allaitant, avec des rations moins denses en énergie et riches en fourrages grossiers.

### 1.1. EFFETS DE LA RATION MELANGEE SUR L'INGESTIBILITE DES RATIONS A BASE DE FOURRAGES GROSSIERS.

Une expérimentation a été conduite à la Station de Jalogny, par la Chambre d'Agriculture de la Saône et Loire et l'Institut de l'Élevage, dont les principaux résultats, rappelés ici, ont été développés plus largement par Farrié et al. (2004). Des lots de génisses Charolaises de deux ans (13 à 16 par lot selon les années) ont reçu une ration complète mélangée en un seul passage journalier, au cours de 3 hivers successifs pendant respectivement 56, 59 et 99 jours. L'opération de mélange a consisté à brasser et à découper les fibres les plus longues d'un mélange d'ensilage (herbe ou maïs) de foin et de concentré. Les quantités journalières ingérées et les croissances ont été mesurées. Le lot « témoin » a reçu une ration d'ensilage complétement en céréales ou en tourteaux distribués en quantité fixe. Un fourrage grossier foin (ou paille) était distribué en plus *ad libitum*, en fin de matinée (environ 10 % de refus). Dans le lot expérimental « mélangé », la ration était composée des mêmes quantités d'ensilage et de concentré que le lot « témoin » avec du foin ajouté en quantité telle que le refus global s'élève à 3 - 5 % du distribué d'un jour sur l'autre. Dans les deux lots, l'ajustement des quantités ingérées réalisé par les génisses portait donc sur la quantité de foin.

En moyenne sur les 3 essais, les génisses recevant la ration mélangée ont ingéré 1 à 2 kg de MS de plus que celles du lot témoin soit + 17 %. Les niveaux d'énergie ingérée ont donc été supérieurs de 1 UFL (8,5 vs 7,5) entraînant logiquement des croissances supérieures en moyenne de 120 g/j (747 au lieu de 628 g/j). Ce type de régime a donc eu comme principal effet de diminuer la valeur d'encombrement de la ration sans modifier sa valeur nutritionnelle. On peut l'expliquer en partie par l'action de découpe de la mélangeuse et la réduction de la taille des brins du fourrage qui est un facteur favorable à l'ingestibilité des rations (Jarrige et al. 1995, Baumont et al. 1997). Cependant, l'augmentation des quantités ingérées portant sur le foin, les rations n'étaient pas de composition strictement identique. Ainsi il est ici difficile de dissocier l'effet du mélange, des effets de la taille des brins et/ou de la composition des rations.

En élevage allaitant, l'objectif n'est généralement pas de maximiser la croissance hivernale, mais plutôt d'optimiser le rapport « coût de la ration/performance » (Petit, 1988), et d'amener les lots à un poids objectif à l'âge choisi. Une « sur-distribution » entraîne une augmentation de la croissance hivernale pratiquement sans intérêt. Le risque de sur-distribution est accru par le fait que les repères visuels pratiques d'évaluation des quantités ingérées ne sont plus valables du fait de la modification du comportement d'ingestion. Ainsi à Jalogny, lorsque des quantités équivalentes sont distribuées selon les deux modalités, séparées vs mélangées, le volume de fourrage mélangé disponible dans l'auge diminue plus rapidement

que le témoin au cours de la journée. La baisse de l'encombrement apparent de la ration mélangée semble ainsi aller de pair avec une vitesse d'ingestion plus rapide (Jarrige *et al* 1995), mais sans autres effets comportementaux. Le contrôle et la limitation des quantités distribuées sont donc un point clé de cette pratique ; ils sont maintenant facilités par la technologie embarquée de pesée en continu et l'affichage associé.

## 1.2. EFFETS DE LA COMPOSITION DU MELANGE SELON L'AGE ET LES BESOINS ANIMAUX

Dans une deuxième série d'essais visant toujours à comparer ration mélangée et distribution séparée des aliments, la quantité de concentré mise dans le mélange a été réduite systématiquement de 50 % en faisant l'hypothèse que la moindre concentration énergétique de la ration mélangée serait compensée par une plus forte ingestion, et qu'au final les performances de production seraient maintenues. Dans ce dispositif portant pendant 94 jours sur 2 x 14 génisses de 2 ans, la ration mélangée s'est ingérée à raison de +0,9 kg brut/j et par tête pour une quantité de concentrée plus faible de 0,5 kg/j ce que traduisent au final des apports UFL/j très voisins (7,8 vs 7,6). Les performances de croissance moyennes des génisses ont été maintenues, sans modification de la variabilité interindividuelle. Par contre dans un essai similaire portant sur 2 x 23 génisses de 1 an, la réduction systématique de 50% des apports de concentrés s'est révélée trop importante. L'ingestion de la ration mélangée n'a que peu augmenté, et la consommation supplémentaire de fourrages (+0,4 kg MS) n'a compensé qu'en partie la réduction du concentré (-1,5 kg pour 2,7 kg /j reçu par le témoin). Les croissances en ont été affectées (595 vs 850g/j ;  $p < 0,001$ ).

En définitive cette série limitée d'essais ne permet pas d'établir une loi de réponse précise de la substitution fourrages - concentrés au sein des rations mélangées afin d'en estimer précisément l'ingestibilité. On peut au final considérer que l'effet du mélange de la ration est double : il porte sur son ingestibilité et sa valorisation par l'animal, mais de façon différenciée. L'effet du broyage lié à la mélangeuse semble d'autant plus intéressant que la ration contient initialement moins de concentré, que les objectifs de croissance sont limités et que l'animal est moins exigeant. Très globalement lors d'un calcul pratique de ration mélangée, on peut considérer que la valeur d'encombrement apparente des fourrages est réduite d'environ 10% dans ce type de rations.

## 1.3. RATION MELANGEE DE COMPOSITION UNIQUE DISTRIBUEE A DES LOTS DE VACHES ALLAITANTES

L'utilisation d'une ration mélangée amène également à s'interroger sur la stratégie pour l'affouragement des différents lots de vaches allaitantes d'une même étable. Ces lots ont des besoins variables car les stades physiologiques des vaches qui les composent ne sont pas identiques et ces besoins évoluent différemment au cours du temps. Au sein des lots, le niveau d'ingestion des individus est dépendant de la hiérarchie sociale et d'effets d'entraînement, mais aussi de l'hétérogénéité des groupes. Les vaches dominées aux besoins les plus élevés peuvent décaler leur ingestion et réaliser des repas plus fractionnés lorsqu'elles en ont la possibilité (Ingrand *et al.*, 2000). Ainsi deux stratégies sont possibles : l'une qui approche au plus près le besoin de l'animal moyen du lot à une période donnée, l'autre simplifiée qui laisse davantage chaque animal libre de s'adapter à ses besoins par sa vitesse et son niveau d'ingestion.

Ces deux stratégies ont été testées sur deux lots de vaches allaitantes, à la ferme de Jalogny, durant trois périodes d'hivernage (2001, 2002, 2003). Le régime alimentaire était toujours composé d'un fourrage humide ensilé (herbe ou maïs ou *Corn Gluten Feed* selon les hivers), d'un fourrage sec (foin ou de paille) et d'un complément d'aliment concentré. Les modalités expérimentales différençaient la distribution et la répartition des fourrages au cours de l'hiver. Dans chaque stratégie les animaux sont regroupés par dates de mise bas

similaires (16 décembre ou 16 janvier) en deux cases de 14 animaux. Dans la stratégie témoin, les rations sont établies de façon à s'approcher au plus près des apports recommandés (INRA, 2007) moyens de chaque case. La composition des rations est donc différente d'une case à l'autre, et évolue différemment en cours d'hiver. Pour la stratégie simplifiée, une ration de composition unique est fabriquée en utilisant chaque jour les mêmes quantités d'ingrédients que pour la stratégie témoin. Elle est distribuée à tous les animaux des deux cases. La répartition des quantités de mélange entre les deux cases est contrôlée visuellement de telle sorte que l'évolution en cours de journée de la quantité du disponible dans l'auge soit similaire. Les deux stratégies conduisent donc à distribuer la même quantité globale de fourrages et de concentrés à l'échelle de l'hiver soit 975, 1053 et 1075 UFL/ tête pour les trois années d'expérimentation ayant duré respectivement 96, 99 et 106 jours. Mais la répartition dans le temps et entre lots est différente. Un bilan plus fin montre que, par rapport au témoin, les vaches des lots simplifiés « vèlages décembre » reçoivent 0,3 UFL/j en moins (-3,1%), alors que c'est le contraire pour les animaux des lots « vèlages janvier » (+0,5UFL/j soit +8%). Cette différence apparaît surtout durant la première moitié de l'hiver, période pendant laquelle l'hétérogénéité des besoins des animaux est la plus grande (Farrié *et al* 2004). L'effet de la simplification se traduit donc par une différence d'évolutions du poids et de la note d'état corporel (NEC) des vaches (tableau 1). Bien que les évolutions de ces variables soient contrastées entre les trois années, elles sont généralement en défaveur de la stratégie simplifiée. Cet effet est surtout perceptible pour les mères qui vêlent le plus tôt. Mais aucune répercussion sur les veaux (vitalité, croissance) n'a pu être mise en évidence.

**Tableau 1 :** Evolution du poids vif (corrige des produits de la gestation) et de la Note d'Etat Corporel (NEC) de vaches Charolaises recevant une ration mélangée ensilage foin selon la modalité d'alimentation (séparé, simplifié-mélangé) et la précocité du vêlage. (Farrié *et al.*, 2004)

*Moyenne de 3 années d'observations : 100j / hiver.*

<b>Vèlages "décembre"</b>	Séparé	Simplifié	Ecart
Ecart Poids fin – début (kg)	+ 1	- 10	$p < 0,1$
+/- <i>ecart-type</i>	±30	±35	
Ecart NEC fin – début	- 0,34	- 0,51	$p < 0,05$
+/- <i>ecart-type</i>	±0,39	±0,51	
<b>Vèlages "janvier-février"</b>			
Ecart Poids fin – début (kg)	-19	-12	Ns
+/- <i>ecart-type</i>	±38	±36	
Ecart NEC fin – début	- 0,51	- 0,44	Ns
+/- <i>ecart-type</i>	±0,39	±0,51	

Enfin aucun arrière effet supplémentaire n'a été observé, ni sur la croissance ultérieure des veaux après la phase hivernale, ni sur la réussite du retour à la reproduction des mères. La modification des pratiques d'alimentation s'est donc traduite par une réaction de faible ampleur des vaches uniquement observée sur leur état corporel. Ce recours aux réserves corporelles traduit au final une bonne adaptation des vaches à cette simplification de pratique.

Au-delà de la modification du travail et de sa pénibilité, les conséquences de l'utilisation d'une ration mélangée, sur le comportement et les performances des animaux à besoins modérés, sont nombreuses, et ne peuvent toutes être présentées. Nous retenons cependant l'effet favorable du broyage mécanique partiel sur l'ingestibilité de ces rations riches en fourrages grossiers. Nous pouvons aussi souligner le gain associé d'aliment concentré si les objectifs de croissance le permettent. Les conséquences zootechniques demeurent modestes. Par contre un risque

de « sur-distribution » existe et doit être maîtrisé par le contrôle régulier de la distribution et sa limitation si nécessaire, afin d'éviter le gaspillage. Le surcoût estimé de cette technique de l'ordre de 2500 à 3000€ / an pour un gain de temps de 50 à 100 h. pour 100 vaches (Farrié et Pastourel, 2011) nécessite de bien anticiper son utilisation.

## 2. SIMPLIFIER LA DISTRIBUTION DES ALIMENTS CONCENTRES

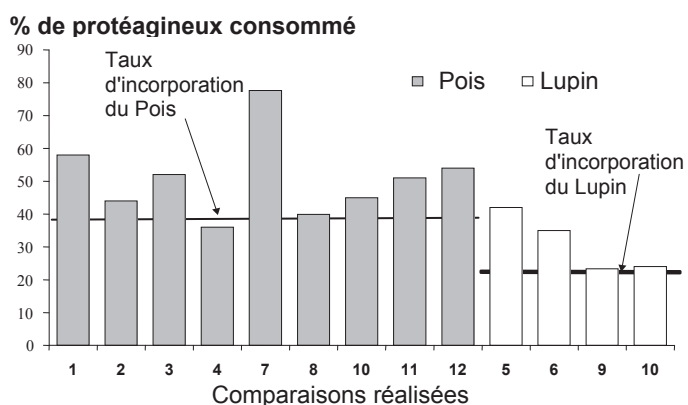
En élevage ovin viande, la distribution des aliments concentrés peut être fastidieuse. Ils représentent en effet une part très importante de la ration pouvant atteindre 90 %. Dans le cas des aliments complets, des dispositifs de distribution mécanisée et automatisée peuvent aujourd'hui être utilisés. Par contre dans le cas de l'usage d'aliments fermiers associant deux matières premières ou plus, la simplification de la distribution est plus difficile car elle peut se heurter à la recommandation de réaliser un mélange très homogène pour limiter les phénomènes de tri. C'est également pour des raisons de travail, auquel il faut ajouter des contraintes de bâtiments et de places à l'auge, que la pratique du rationnement des agneaux en finition s'est peu développée. Elle est pourtant conseillée pour maîtriser l'état d'engraissement et pour limiter l'apparition de défauts de couleur et de tenue du gras (Van Quackebeke *et al.*, 1978).

### 2.1. DISTRIBUTION SEPARÉE DES ALIMENTS CONCENTRES

Concernant la question de l'homogénéité des mélanges fermiers une étude réalisée en 1977 par Reyne et Garambois suggère pourtant qu'une distribution séparée est possible, laissant entrevoir une possibilité de simplification importante. Afin d'approfondir la question, 10 essais ont été conduits entre 2001 et 2003 en stations expérimentales sur des agneaux de différents types génétiques (Vendéen, croisés Charollais) avec des régimes composés de céréales et de pois ou de lupin (Normand *et al.* 2003). La distribution séparée de rations constituées d'une céréale d'un protéagineux et d'un complémentaire minéral vitaminé (CMV) a été à chaque fois comparée à une distribution mélangée. Dans un des essais, les agneaux étaient conduits en case individuelle pour évaluer la variabilité individuelle des choix alimentaires et ses conséquences zootechniques.

A l'exception d'un essai, la distribution séparée n'a pas engendré de surconsommation de l'un ou l'autre des aliments sur l'ensemble de la phase de finition. Ils ont été consommés soit dans des proportions proches des recommandations, pour un tiers des essais portant sur le pois et la moitié des essais portant sur le lupin, soit avec un taux de protéagineux un peu plus élevé (figure 1).

**Figure 1 :** Incidence d'une distribution séparée des aliments « céréale » et « protéagineux » sur la proportion de protéagineux consommée dans la ration par des agneaux en finition (Normand *et al.*, 2003)



Cependant une très forte variabilité de comportement alimentaire a été observée entre individus, certains présentant

une préférence marquée pour le pois, d'autres pour la céréale; cette préférence pouvant également fortement varier quotidiennement. Mais la distribution séparée, en comparaison de la distribution mélangée, ne s'est traduite ni par des croissances différentes ni par une plus grande hétérogénéité des performances. Aucune différence n'a été observée sur les taux de mortalité ni sur la fréquence des troubles digestifs.

Ces résultats confirment la capacité des agneaux à s'auto-réguler et laissent entrevoir des solutions simples à mettre en œuvre pour faciliter l'utilisation d'aliments fermiers et concilier les recherches conjointes d'une plus grande autonomie alimentaire et de moindres contraintes de travail.

### 2.2. LIMITER LA CONSOMMATION DE CONCENTRE EN LIMITANT LE TEMPS D'ACCÈS

La mécanisation de la distribution des aliments concentrés à des agneaux rationnés peut aujourd'hui être envisagée en s'équipant de trémies à distribution automatisée et programmable. Il importe toutefois que ces trémies soient circulaires et équipées d'un chapeau coiffant l'auge pour éviter les chevauchements et les phénomènes d'étouffement. Des travaux réalisés à la fin des années 1990 pendant trois années consécutives sur différents types génétiques (Pottier *et al.*, 2002) montrent qu'en limitant le temps d'accès des agneaux à l'auge pendant la phase de finition on rationne simplement la consommation d'aliment concentré. La baisse est quasi proportionnelle à la durée d'accès et peut atteindre 30% pour une durée réduite à 3h consécutive par jour, (excepté pour un type génétique Lacaune x Charollais). Avec cette restriction, la qualité des gras de couverture s'améliore, en lien fort avec la réduction mesurée de l'énergie quotidiennement ingérée ( $r=-0.58$ ;  $n=12$ ;  $p<0.05$ ). Pour compléter ces résultats et imaginer d'autres perspectives de simplifications du rationnement des agneaux en finition, des travaux très récents, menés par le Ciiro sur le site expérimental du Mourier (Pottier comm. personnelle) se sont intéressés à la place optimale à l'auge pour ces modes de conduite. Des pratiques de rationnement au lot avec un nombre réduit de places à l'auge (1 place pour 3, 4 ou 5 agneaux) ont ainsi été comparées à une conduite classique de rationnement individuel, chaque agneau disposant d'une place. Il en ressort que sur la base d'un objectif d'un taux de rationnement de 30 %, un ratio de 1 place à l'auge pour 4 à 5 agneaux peut être mis en place.

Il existe donc des possibilités de mettre en œuvre des pratiques de rationnement des agneaux en finition sans mobiliser des moyens en bâtiments et en équipements importants. Ces approches originales de la distribution d'aliment concentré à des agneaux montrent clairement que les simplifications de certaines pratiques d'alimentation intéressantes pour l'éleveur peuvent également être conciliables avec les enjeux de qualité de la filière.

## 3. SIMPLIFIER PAR LE RYTHME DE DISTRIBUTION DES ALIMENTS AU COURS DE LA SEMAINE

Dans une base de données bibliographiques construite sur ce thème nous avons pu regrouper 32 observations dont l'objectif était de simplifier le travail d'affouragement de bovins en groupes. Plusieurs modalités ont été testées : la réduction de la fréquence hebdomadaire de distribution d'une même ration, la mise en place d'une distribution alternée de fourrages différents pour éviter des travaux pénibles le weekend, enfin la mise à disposition des fourrages en libre service dans de grands râteliers approvisionnés une fois par semaine, pour les systèmes d'alimentation sans ensilage basés sur des stocks

exclusivement conditionnés en balles (foin et/ou enrubannage). Ces pratiques simplifiées, testées sur une large gamme de types de bovins, consistent à espacer les distributions sans modifier profondément les équipements et installations

existantes. Toutes mobilisent la plasticité individuelle de l'ingestion (Ingrand et Agabriel 1997) et de la capacité digestive des ruminants.

**Tableau 2 :** Modifications des fréquences et modes de distribution de la ration. Impacts sur les performances de bovins viande.

Fréquence et mode de distribution	Type d'animal	Rations	Répétitions	Impacts sur la performance par rapport au témoin (				Références
				ingestion	comportement alimentaire	Gain de poids perte hivernale	Poids carcasse	
<b>2 repas/jour vs 1/jour</b>	Bouvillons engrais	Mélange : foin (10%) Mais grain (65%) + TSoja (5%) + Minéraux	2	NS	Fortes variations individuelles	identique ou très peu différents	NS	Soto-Navarro et al, 2000 Schutz et al, 2011
<b>3/jour vs 1/jour</b>			2	NS ou p<0.04				
<b>3 fois par sem (lundi mercredi vendredi) vs tous les jours</b>	Génisses 1 an	Ens.Maïs (5kg) + TS (0,7kg) + Paille ad lib	3	identique	/	identique		Bastien et al, 2009
	Vaches allaitantes	Ensilage d'herbe (6 à 8,5 kg) + Foin ad lib + Blé (env 1kg)	3	de +0,5 à +1,5 kg (2,5%)	/	+20 kg sur l'hiver (NS) primi et multi	veaux : GMQ identiques	
	Taurillons	Ens.Maïs (ad lib) + conc.(3,3 kg) + Paille ad lib	4	hiver +3,5% été : -2%	Repas plus réguliers et plus brefs	-35 à -110g/j (NS)	-15kg carcasse p<0,01	
<b>Alternée de fourrages différents (pas d'ensilage d'herbe le Week End)</b>	Génisses 1 an	Ensilage herbe/ Foin (33%) ou Ens. H / Ens. M (45%)	5	identique par construction	/	-130g/j p<0,01		Grenet et al, 1997
	Génisses 2 ans	Ensilage herbe/ Paille (20%) ou Ens. H / Foin(33%)	6		/	-70g/j p<0,05		
	Vaches allaitantes	Enrubanné/foin (25%)	4		/	-7 kg NS	veaux : -5 kg	
<b>Hebdomadaire de 2 fourrages vs Quotidienne</b>	Vaches en gestation puis allaitantes	Foin (63kg le lundi ou 9kg chaque jour ) + paille ad lib	2	paille : -0,7 kg	Foin totalement ingéré en 4 jours	-14kg p<0,05	Prod lait - 0,3kg/j G veaux - 65g/j NS	Lassalas et al, 1997

### 3.1. CONSEQUENCES SUR L'INGESTION ET LES PERFORMANCES DE GENISSES D'ELEVAGE OU DE VACHES EN PRODUCTION

Ces observations ont été principalement réalisées en station expérimentale sur des bovins en croissance dont les phases de récupération potentielle par la suite au pâturage sont maîtrisées. Les indicateurs de performances utilisés sont 1°) les quantités ingérées par rapport à un témoin alimenté sur un rythme quotidien, 2°) les modifications de comportement d'ingestion et 3°) le gain de poids des broutards ou des jeunes et ses variations (tableau 2). Pour des génisses comme pour des vaches allaitantes, le temps gagné en ne distribuant la ration d'ensilage que trois fois par semaine s'élève à 30% environ (Bastien *et al* 2009). Cette estimation a été faite en conditions expérimentales et sans modifier la quantité totale hebdomadaire donnée aux animaux ni les performances. Dans le cas des essais de distributions alternées de fourrages de qualités différentes : foin grossier vs ensilage de maïs ou d'herbe (Grenet *et al* 1997), le rythme simplifié consistait à mimer la suppression de distributions d'ensilage pendant les week-ends. Pendant cinq jours de la semaine les lots d'animaux recevaient les aliments humides et les deux jours suivant ils recevaient le reste de la ration correspondant aux fourrages grossiers (foin ou paille). Cette pratique n'a pas entraîné de problèmes sanitaires, mais a réduit les gains de poids des génisses, et ceci d'autant plus qu'elles étaient jeunes, respectivement -130g/j et -80g/j à 1 an et à 2 ans. Ces séries d'expériences conduisent à des réponses différentes qui peuvent s'expliquer par les possibilités d'adaptation et de compensation que le dispositif expérimental offrait. Dans les premières, en contrepartie de la réduction de fréquence de distribution, un fourrage supplémentaire de qualité médiocre était toujours disponible à volonté. Dans les secondes les

animaux recevaient des quantités d'aliments strictement identiques dans les deux traitements. Lorsque la distribution alternée ne s'accompagne pas de compensations quantitatives, la performance animale est réduite par une moindre utilisation digestive des aliments de la ration. Cependant ces deux essais montrent que les vaches adultes sont moins sensibles que les génisses à une modification du rythme de distribution. Elles ne perdent que peu de poids, et de manière non significative par rapport au lot témoin. Les plus jeunes génisses subissent davantage les fluctuations nutritionnelles et seraient donc moins flexibles à l'échelle de ces quelques mois d'observation. Sur leurs carrières on peut néanmoins penser qu'elles disposeraient de possibilités de compensations, au moins pendant les périodes de pâturage (Hoch *et al* 2003). L'ensemble de ces résultats justifie de promouvoir les pratiques simplifiées pour tous les animaux tout en restant cependant plus vigilant pour les plus jeunes. En élevage, les rations sont souvent composées de deux fourrages de valeurs très différentes (foin et paille par exemple), récoltés en grosses balles et distribués l'un et l'autre chaque jour dans des râteliers. Le meilleur foin est distribué en quantité limitée. Réduire la fréquence de distribution en ne l'offrant qu'une fois par semaine constitue un gain de temps substantiel. Les conséquences d'un tel changement ont été analysées dans deux essais de 11 semaines répétés deux années au site des Razats de l'Unité Expérimentale INRA des Monts d'Auvergne. (Lassalas *et al* 1997). Ainsi un lot expérimental de vaches en fin de gestation puis en lactation a reçu une ration selon un rythme hebdomadaire, soit 9 kg × 7 jours = 63 kg de foin de prairie permanente par tête (60% de DMO), distribuée

chaque lundi, plus de la paille à volonté. Les vaches témoins ont reçu chaque jour de la semaine la même ration (9 kg de foin par animal et paille à volonté). Les ingestions et les refus éventuels de tous les fourrages ont été mesurés quotidiennement dans les deux lots. En début de semaine les vaches ingèrent uniquement du foin, puis au fur et à mesure que le stock diminue la consommation de paille augmente. Elle commence au troisième jour et à partir du cinquième jour la paille constitue la totalité de la ration. L'énergie ingérée par vache diminue donc de 13 à 3 UFL entre le lundi et le vendredi, et simultanément l'encombrement calculé de la ration fluctue très fortement, passant de 130 % à 70 % de la capacité d'ingestion (CI) des animaux. Par rapport au témoin, la distribution hebdomadaire a entraîné une baisse modeste mais significative des quantités moyennes ingérées de paille, (-0,7 kg/j). Cet écart correspond à une modeste différence des apports énergétiques journaliers calculés (0,3 UFL/j, soit 21 UFL sur la période) mais qui a néanmoins un effet sur le poids des vaches puisque, les deux années, les animaux du lot simplifié ont perdu 14 kg de plus que les témoins. Il en est de même de la perte d'état corporel (-0,2 points d'écart lors de l'expérience, équivalent à 40 UFL environ). En revanche, les productions laitières et les croissances des veaux n'ont pas été modifiées par le dispositif. Le mode de distribution simplifié des fourrages a conduit les vaches à mobiliser davantage sans modifier leur production comme en cas de sous alimentation énergétique modérée (Petit et Agabriel 1993). A l'échelle du cycle de production si les conditions de pâturage le permettent, la récupération des effets induits reste tout à fait possible. Ces résultats illustrent aussi que l'encombrement, principal facteur déterminant l'ingestion des fourrages, peut être modulé par les caractéristiques de la distribution. Dans cet essai, la succession foin / paille fait évoluer à l'échelle de la semaine la perception que les animaux ont de leurs aliments.

### **3.2. CONSEQUENCES SUR LES NIVEAUX D'INGESTION ET LES PERFORMANCES DE JEUNES BOVINS A L'ENGRAS**

Avec des rations riches en aliment concentré, les durées totales journalières d'ingestion de jeunes taurillons sont assez réduites et ne dépassent guère 2 heures (135 min pour des taurillons Blonds d'Aquitaine alimentés avec une ration d'ensilage de maïs) (Mialon *et al* 2008). Mais les repas sont nombreux (de 12 à 14) et la vitesse d'ingestion soutenue (de 60 à 170 g/min). Dans le cas d'une seule distribution journalière, les taurillons effectuent un repas principal le matin dans les heures qui suivent la distribution et un autre repas important le soir. Dans le cas des rations d'engrais distribuées tous les trois jours (Bastien *et al* 2009), l'organisation des repas se déstructure le deuxième jour. Les animaux réalisent alors plusieurs petites séquences d'ingestion (9 en moyenne) de durées voisines. Bien que 60% de la MS soit ingérée le premier jour, les repas sont plus réguliers le jour suivant et les animaux ruminent davantage. Le mode de distribution ne semble pas avoir modifié les conditions de bien-être de ces taurillons. Les animaux peuvent ainsi moduler le temps consacré à l'alimentation dans la journée en fonction de la quantité d'aliment disponible dans l'auge et reporter des séquences d'alimentation. Les variations individuelles du comportement alimentaire sont toujours très importantes d'un jour à l'autre. Cela avait été également montré quand, à l'inverse de la simplification, la ration est distribuée plus de deux fois par jour : (Soto-Navarro *et al* 2000, Schutz *et al*, 2011). Toutefois les pratiques simplifiées d'affouragement peuvent être risquées du fait de l'évolution de la qualité de la ration dans l'auge qui va moduler la réponse d'ingestion et donc les performances. La pénalisation de la production par la simplification est ainsi d'autant plus forte que la température extérieure est plus élevée. Ainsi par rapport à des témoins affouragés chaque jour, des taurillons qui n'étaient affouragés que trois fois par semaine ont ingéré davantage pendant la période hivernale de finition (+3,5%) que pendant la période d'été (-2%). Cet effet est particulièrement pénalisant lorsque

l'éleveur souhaite finir des jeunes mâles en juillet : à cette saison, aussi bien les poids que les rendements carcasse sont légèrement inférieurs (Bastien *et al* 2009). La forte baisse de l'ingestibilité de la ration serait alors liée à une reprise des fermentations de l'ensilage de maïs dans l'auge avec l'élévation de la température. Cette hypothèse a été en partie validée sur vaches laitières par Bonnefoy *et al*, 2009). Des mesures de températures des rations dans les mangeoires ont confirmé les reprises de fermentations qui peuvent se limiter par un additif de conservation. La distribution pour plusieurs jours d'une ration « humide » serait ainsi possible sans affecter sa qualité tant que la température ne dépasse pas 25-30°C.

### **4. SIMPLIFIER PAR L'AUGMENTATION DE LA TAILLE DES GROUPES**

L'agrandissement de la taille des cases permet d'envisager une réduction du coût du logement et s'accompagne de possibilités supplémentaires de simplification comme l'alimentation en libre service avec une ration sèche mise à disposition dans de grands nourrisseurs. En contrepartie ces dispositifs augmentent les interactions individuelles entre les animaux, alors que beaucoup d'éleveurs préfèrent les limiter. La question se pose de l'optimum de la taille des cases en fonction du type d'animal, de son espèce et de son niveau de production. Des essais préliminaires réalisés à l'Unité expérimentale de Marcenat sur des vaches Salers en gestation et en lactation, regroupées en cases de 7, 14 ou 28 animaux, et recevant un fourrage grossier à volonté, n'ont pas montré de différences notables des performances ni de leur variabilité y compris sur les veaux. Dans les grandes cases, la distribution des foins dans des râteliers élargis est plus simple, contrairement à la surveillance, les soins au couple mère veau, et à la contention d'un individu si elle est nécessaire. La taille moyenne de 14 vaches/lot semble alors optimale. A la station des Etablières une expérience a été conduite sur jeunes bovins à l'engrais regroupés en case de 60, 30 ou 24 animaux, et alimentés quotidiennement ad libitum avec une ration mélangée composée d'ensilage de maïs de blé et de tourteau de soja (Benoît *et al* 2012). L'augmentation d'échelle permet de simplifier la préparation de la ration. A l'issue d'une répétition sur deux années, les résultats montrent que les consommations journalières n'ont pas été modifiées. En revanche les croissances moyennes sont moindres dans les grandes cases (de l'ordre de 100 g/j.) et la variabilité est plus importante, avec un coefficient de variation évoluant entre 14,7 % (cases de 60) et 12,6% (cases de 24). Les durées d'engraisement des grandes cases sont augmentées, pour obtenir des caractéristiques identiques à l'abattage, mais au final l'efficacité de ces grands groupes est moindre. Cela peut s'expliquer par des interactions accrues entre animaux qui deviennent pubères dans cette phase de production. Aller au-delà de la taille optimale pour simplifier davantage le travail d'affouragement n'apparaît pas comme une piste intéressante.

### **5. SUBSTITUER DES FOURRAGES DISTRIBUES PAR DU PATURAGE HIVERNAL**

La forme extrême de simplification de l'affouragement hivernal est de le supprimer en le remplaçant par du pâturage d'herbe sur pied. Très utilisé en système ovins allaitants, le pâturage hivernal permet de réduire significativement les besoins en stocks de fourrages récoltés et se pratique dans l'Ouest et le Centre de la France (Pottier *et al* 2001), mais avec une forte variabilité de sa mise en œuvre entre les exploitations d'une même

zone (Agabriel *et al* 2011). Ces pratiques ont été particulièrement étudiées dans des zones à hivers doux comme le Montmorillonnais (ouest du Limousin), ou dans des zones à climat méditerranéen en tirant parti des parcours et des zones « pastorales » (Molénaat *et al* 2003). Dans ces travaux les auteurs insistent sur l'organisation raisonnée des systèmes de production pour faire correspondre au mieux les périodes de risques de disette inhérentes au pâturage hivernal avec les périodes de besoins réduits des troupeaux. Ils insistent également sur l'importance de gérer la conduite de l'animal par l'estimation de l'état des réserves corporelles de la brebis (Pottier *et al* 2002). Dans le cas des bovins, l'utilisation de stocks d'herbe sur pied a été étudiée à l'UEMA sur des vaches à faibles besoins, dans l'optique de réduire les récoltes et les apports de fourrages tout en préservant l'intégrité des prairies utilisées (Note *et al* 2010) et leur environnement. Trois lots de huit vaches Charolaises tarées et au troisième mois de gestation ont été suivis au cours de deux expérimentations indépendantes menées en hiver 2008 et 2009 sur le site de Laqueuille (1000 m d'altitude). Le lot en pâturage hivernal a eu accès du 1<sup>er</sup> décembre à la mi-mars à une prairie permanente riche en dactyle de 3,7 ha sur laquelle a été constitué un stock d'herbe sur pied par mise en défend de la parcelle à partir du mois d'août. Ce stock s'élevait à environ 3,4 t MS/ha en entrée de parcelle. Ce lot disposait d'un abri ouvert sur un parc stabilisé d'hivernage sur copeaux. Du foin était apporté en complément, soit en cas de couverture neigeuse supérieure à 48 heures, ou bien dès lors que les notes d'état corporel de deux vaches du lot étaient inférieures à 1,5. Les deux autres lots conduits en bâtiment ont été affouragés avec des apports égaux aux besoins d'entretien plus 1 UFL pour l'un et aux besoins d'entretien – 1 UFL pour l'autre. Ils servaient de témoins pour encadrer les performances attendues du lot expérimental. Les observations en période hivernale ont porté sur la performance zootechnique et le bilan fourrager en considérant l'évolution de la valeur nutritive de l'herbe offerte. Les adaptations aux conditions météo plutôt extrêmes pour ce type de pratique ont fait l'objet d'observations particulières (bien-être animal, choix alimentaire), tout comme l'impact de ce pâturage hors saison de végétation sur la prairie et son potentiel de production. Quatre zones de mises en défend dans la parcelle pâturée ont ainsi permis de suivre l'évolution de la sénescence de l'herbe tout au long de l'hiver.

**Tableau 3** : Bilans fourragers annuels d'une parcelle conduite en pâturage hivernal et exploitée par un lot (n=8) de vaches Charolaises en gestation. Note *et al.*, 2010

	2007/2008	2008/2009
Nombre de jours de pâturage	105	78*
dont nombre de jours affouragés	56	42
1 = Estimation de la consommation au pâturage à partir des prélèvements d'herbe (t MS)	4.9	2.4
2= Estimation de la récolte non prélevée pour constituer le stock sur pied (t MS)	-7.5	-6.8
Bilan de la parcelle (total 2-1 en t MS)	-2.6	-4.4
Economie de fourrage distribué (t MS)	4.2	3.1

*Au cours de l'hiver 2008/2009, le pâturage n'a pu commencer qu'en janvier 2009 à cause de chutes de neige importantes et précoces*

Les résultats obtenus montrent que la valeur nutritive de l'herbe offerte au pâturage en hiver est faible et que sa digestibilité diminue au fil des mois de 58% à 47% (tableau 3). La teneur en matières azotées totales de l'herbe offerte s'est maintenue autour de 12% le premier hiver et de 9% le second. Au cours des deux hivers les vaches sont restées au pâturage 105 et 78 jours et ont été affouragées pendant respectivement 56 et 42 jours. Dans le cadre des règles de conduite adoptées, les vaches ont bien supporté les contraintes auxquelles elles ont été soumises et les performances zootechniques n'ont pas

été fortement affectées malgré les difficultés de pâturage. Entre décembre et mars, le lot placé en extérieur a maintenu son poids, mais a perdu 0,4 point d'état corporel, les deux autres lots gagnant respectivement 13 et 59 kg de poids vif, le lot alimenté aux besoins d'entretien moins 1UFL perdant 0,3 point d'état. Après le vêlage de juin les trois lots ne montrent plus de différences de poids significatives. Le chargement hivernal cumulé (UGB x nombres de jours pâturés) sur les parcelles pâturées est resté assez limité. Il est estimé pour chaque hiver respectivement à 150 et 210 UGB jour/ha. Dans ces conditions, la production annuelle ultérieure de la prairie n'a pas été affectée conformément aux travaux de Pottier *et al.*, (2001). Entre le fourrage perdu en été (car non récolté) et les prélèvements d'hiver, le bilan fourrager annuel de la parcelle est ainsi variable d'une année à l'autre. (+1,4, -1,3 tMS.). Il dépend fortement du climat hivernal et des règles d'affouragement adoptées. Il reste donc difficile à quantifier et donc à prévoir. La matière sèche non pâturée en fin d'hiver peut être importante, et des essais supplémentaires doivent permettre de mieux l'estimer pour mieux la gérer. Plusieurs facteurs de variation seraient à étudier telles que l'importance du stock d'herbe en entrée de pâturage et la capacité plus ou moins importante des espèces de la flore prairiale à être valorisées en hiver. La poursuite de ce programme pendant plusieurs années permettra aussi de mieux connaître les évolutions du comportement alimentaire des vaches et des choix de report entre le fourrage sur pied et le fourrage disposé au râtelier dans une gamme élargie de conditions de températures et d'enneigement.

## DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

En se limitant à quelques exemples qui concernent l'affouragement des animaux, et la distribution de l'aliment concentré, ce texte ne se veut pas exhaustif. Néanmoins il aborde des possibilités de simplification sur ces postes qui nécessitent un travail important et parfois pénible de la part de l'éleveur. Les résultats présentés ont été obtenus en stations expérimentales, dans lesquelles les conditions d'environnement et les modifications de pratiques sont maîtrisées et contrôlées. Les simplifications testées sont parfois extrêmes par rapport à des conditions de terrain, l'intention étant de faire exprimer par l'animal des réponses physiologiques et/ou comportementales marquées. A l'inverse dans les modalités quotidiennes de la mise en œuvre de traitements, les expérimentateurs n'ont pas voulu placer les animaux en situation de risque sanitaire et peu de conséquences sanitaires graves ont été rapportées.. Cela ne serait pas obligatoirement le cas en élevage commercial où l'application de ces mêmes modifications de pratiques pourrait se heurter à un état sanitaire variable des troupeaux. La simplification du travail d'affouragement ou d'alimentation peut se mettre en œuvre de façons diverses depuis la mécanisation complète de la distribution jusqu'à sa réduction maximale par l'augmentation des séquences pâturées. Les gains de temps et la réduction de la pénibilité du travail qui s'en suivent sont alors très différents et dépendent bien évidemment de la manière dont ces modifications peuvent s'appliquer sur le terrain. La taille et l'organisation spatiale des bâtiments et des parcelles sont par exemple des facteurs qui vont fortement jouer. Nous avons montré, sur un large panel d'exemples en considérant diverses productions et diverses solutions techniques, que ces pratiques simplifiées d'alimentation doivent s'envisager en tenant compte de la nature des aliments (fourrages, aliments concentrés) et des types d'animaux qui reçoivent les rations. Correctement mises en œuvre elles modifient peu ou pas les performances

d'animaux à niveau de production modéré. Nous retrouvons ici la très grande « flexibilité alimentaire » des ruminants vis à vis des modalités d'affouragement décrite par Thériez *et al* (1994) et Petit et Agabriel (1993). Les distributions simplifiées conduisent les animaux à mobiliser leurs capacités d'adaptation que ce soit à court terme ou sur une plus grande période, et à utiliser si nécessaire leur capacité de rebond compensateur. Plasticité et robustesse des animaux selon la définition de Blanc *et al* (2010), sont des qualités nécessaires à la mise en œuvre de pratiques simplifiées, et les exemples choisis nous ont permis de rappeler les résultats génériques déjà publiés dans ce domaine. La plasticité du comportement d'ingestion permet en premier lieu de moduler le nombre et la durée des repas et/ou de gérer au mieux les choix entre des aliments proposés soit conjointement soit de façon alternée. La plasticité des fonctions physiologiques est illustrée par le maintien de l'utilisation digestive des rations lors de séquences alternées extrêmes de 3 à 4 jours de foin suivies de paille. Dans ce cas la plasticité s'exprime aussi par des phases très courtes et répétées de mobilisation - reconstitution des réserves lipidiques qui ne se mesurent pas aisément avec les méthodes actuellement disponibles. La capacité de mobilisation et de reconstitution des réserves corporelles lipidiques est une qualité requise pour tamponner les à-coups nutritionnels et les baisses momentanées des apports énergétiques (Agabriel et Petit, 1987). On sait que les performances globales à l'échelle du cycle de production ou de la carrière sont peu modifiées grâce à ces capacités de compensation lorsqu'arrivent des périodes d'alimentation plus fastes. Très concernés, les éleveurs de troupeaux allaitant envisagent la simplification des pratiques pour le maintien ou le développement de leurs objectifs de production, tout en continuant à agrandir leur structure d'exploitation. L'agrandissement continu pousse d'ailleurs les éleveurs à s'adapter aux manipulations de grands groupes. Ainsi la simplification risque encore d'accroître la variabilité des réponses individuelles au sein des groupes qui reste mal prédite. Un indicateur même grossier des performances individuelles au sein des groupes devient nécessaire. L'éleveur qui disposera de cette information pourrait juger la réponse de ses animaux sous l'effet d'une modification choisie de pratiques. En ce sens les développements de matériels d'élevage de précision et de monitoring des fonctions physiologiques permettront, s'ils ne sont pas trop chers, de prendre davantage de risques car l'information sur les effets zootechniques sera plus rapidement disponible. Au final, les simplifications des pratiques peuvent être vécues de manières très différentes par les éleveurs. Tous s'accordent sans doute sur leurs intérêts pour réduire la pénibilité du travail mais la distanciation qu'elles engendrent vis-à-vis des animaux en modifiant leurs comportements, peut changer la perception du travail (Fiorelli et al, 2012) et constituer un frein. Les réactions peuvent être très diverses selon qu'elles sont considérées comme plus ou moins risquées. C'est chaque éleveur individuellement qui choisit les modifications des pratiques qu'il veut appliquer et c'est alors qu'il peut les évaluer, mais comme toute innovation, un temps pour l'apprentissage est bien souvent nécessaire.

**Agabriel J., Delaby L., Pottier E., 2011.** Fourrages 205, 25-34

**Agabriel J., Petit M., 1987.** Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix INRA 70, 153-166.

**Bastien D., Chaigneau F., Molle J., 2009.** Renc.Rech.Ruminants, 16, 183-186.

**Baumont R., Dulphy J-P., Demarquilly C., 1997.** Renc.Rech.Ruminants 4 57-64.

**Benoit M., Bastien D., Chaigneau F., Molle J., 2012 .** CR essai Station les Etablères. Idele 19pp

**Blanc F., Dumont B., Brunshwig G., Bocquier F., Agabriel J., 2010.** INRA Productions Animales, 23 (1) 65-80.

**Bonnefoy J-C., Boudra H., Doreau M., 2009.** Renc.Rech.Ruminants, 16 63

**Charroin T., Veysset P., Devienne S., Fromont J.L., Palazon R., Ferrand M., 2012.** INRA Productions Animales, 25 (2) 193 -210.

**Farrié J-P., Haurez Ph., Chaigneau F., Joulie A., Renon J., 2004.** Renc.Rech.Ruminants, 11 137-140.

**Farrié J-P., Pastourel J.** 2011. Actes Journée technique Ch Agric. Limousin 15 février 2011 Châtelus Malvaleix.

**Fiorelli C., Mouret S., Porcher J., 2012.** INRA Productions Animales, 2012, 25 (2) 181-192.

**Grenet N., Haurez Ph., Billant J., Imbert F., 1997.** Renc. Rech. Ruminants 4 148

**Hoch T., Begon C., Cassar-Malek I., Picard B., Savary-Auzeloux I., 2003.** INRA Productions Animales 16(1) 49-59.

**Hostiou N., Fagon J., 2012.** INRA Productions Animales, 25 (2) 127-140.

**Ingrand S., Agabriel J., 1997.** Animal Science 65 361-371.

**Ingrand S., Agabriel J., Dedieu B., Lassalas J., 2000.** Ann Zootech 49 15-27.

**INRA, 2007.,** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Eds QUAE. 57-88

**Jarrige R., Dulphy J.P., Faverdin P., Baumont R., Demarquilly C., 1995.** In: Jarrige, R., Ruckebusch, Y., Demarquilly, C., Farce, M., Journet, M. (Eds.), Nutrition des Ruminants domestiques INRA Editions, pp. 123-181.

**Kentzel M., 2010.** Référentiel travail en Elevages Bovins Viande. Idele (Ed) 149 rue de Bercy Paris 12<sup>ème</sup>. 40 pp.

**Lassalas J., Agabriel J., Petit M., 1997.** Rencontres Recherches Ruminants, 4 149.

**Mialon M.M., Martin C., Garcia F., Menassol J.B., Dubroeuq H., Veissier I., Micol D., 2008.** Animal 2 1682-1691.

**Molenat G., Fabre P., Dureau R., Lambertin M., 2003.** Fourrages, 176 437-461.

**Normand J., Pottier E., Sagot L., Dobbels M., Le Pichon D., 2003.** Ren Rech Ruminants, 10 373-376

**Note P., Egal D., Castellan E., D'hour P.** 2010. Ren Rech Ruminants, 17 62.

**Pichereau F., Becherel F., Farrie JP., Legendre J., Veron J., Lequenne D., Mage C., Serviere G., Cournot S., Dedieu B., 2004** Ren Rech Ruminants, 11 129-136

**Petit M., 1988.** Alimentation des vaches allaitantes. In: Jarrige, R. (Ed.), Alimentation des Bovins Ovins Caprins. INRA Editions, Paris, pp. 159-184.

**Petit M., Agabriel J., 1993.** INRA Productions Animales 6 (5) 311-318

**Pottier E., D'Hour P., Havet A., Pelletier P., 2001.** Fourrages 167 287-310.

**Pottier E., Gautier D., Veron J., D'Hour P.** 2001, Renc Rech Ruminants, 8 213-216.

**Pottier E., Normand J., Sagot L., Le Pichon D., Dobbels M., 2002,** Ren Rech Ruminants, 9 287-290

**Reyne Y., Garambois X., 1977,** Inra Ensa, Montpellier.

**Schutz J.S., Wagner J.J., Neuhold K.L., Archibeque S.L., Engle T.E., 2011.** Professional Animal Scientist 27 395-401.

**Soto-Navarro S.A., Krehbiel C.R., Duff G.C., Galyean M.L., Brown M.S., Steiner R.L., 2000.** J Anim Sci 78(8) 2215-2222.

**Thériez M., Petit M., Martin-Rosset W., 1994.** Ann Zootech 43 33,47

**Van Quackebeke, E., Cazes, J.P., Vallade, C., 1978.** 4èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine, 295-311