

Raisonner et ajuster au mieux le besoin et l'utilisation des fourrages conservés

J. Agabriel¹, L. Delaby², E. Pottier³

1 : INRA UR1213 Herbivores, UMT Productions Allaitantes et Systèmes Fourragers, F-63122 Saint Genès-Champanelle ; jacques.agabriel@clermont.inra.fr

2 : INRA Agrocampus Ouest UMR 1080 Production du Lait F-35590 Saint Gilles

3 : Institut de l'Élevage, UMT Productions Allaitantes et Systèmes Fourragers, CIIRPO, Ferme du Mourier F-87800 Saint Priest Ligoure

Résumé

Le recours au stockage de fourrages est une constante des systèmes de ruminants pour assurer la couverture des besoins des troupeaux lorsque le pâturage ne suffit plus. Le stock de fourrages doit être déterminé au mieux en intégrant une marge de sécurité destinée à pallier les baisses de rendements dues aux aléas climatiques. Le stock conservé va varier selon la durée des périodes d'arrêt de croissance de la végétation, la taille des troupeaux, et la demande animale et se situe en France entre 1,2 et 3,5 kg de MS/UGB. L'optimisation de la récolte passe à la fois par des pratiques agronomiques intégrant l'assolement et la combinaison des cultures fourragères, la gestion de la prairie et de la fauche selon le stade de l'herbe, mais aussi une bonne utilisation des capacités d'adaptation et de flexibilité des groupes d'animaux du troupeau. Elle dépend également de la manière dont est géré le pâturage et du synchronisme entre les besoins du troupeau et la disponibilité en herbe pâturable, y compris en hiver. Cet article fait la synthèse de ces différents points en insistant sur la nécessité de raisonner à la fois à l'échelle de l'itinéraire de production de l'animal, à l'échelle du troupeau, et à celle de l'exploitation.

1. Contexte et enjeux techniques, économiques et environnementaux

Quelle que soit la situation géographique de l'élevage ou le système de production, le recours à l'utilisation de fourrages stockés est une constante des systèmes de production herbivore. A quelques exceptions près, **l'autonomie fourragère est toujours recherchée par les éleveurs** et les récoltes sont avant tout destinées à couvrir les périodes où les disponibilités fourragères sur les surfaces pâturables ne permettent plus de couvrir les besoins de tout ou partie du troupeau. Leur importance va donc fortement varier selon les systèmes et en premier lieu selon les contraintes climatiques et le niveau de chargement. En systèmes bovins allaitant par exemple (Réseaux d'Élevage, 2008), la matière sèche stockée par UGB varie de 1,4 t de MS/an pour des systèmes naisseurs extensifs avec un chargement moyen de 1,0 UGB/ha, à 2,8 t de MS/an pour les systèmes naisseurs - engraisseurs intensifs à 2,4 UGB/ha situés dans les régions de polyculture élevage de l'ouest et sud-ouest de la France.

Ces stocks vont permettre d'assurer la couverture des besoins des troupeaux. Il importe de les évaluer précisément et les valoriser au mieux. L'éleveur doit arbitrer, pour chaque groupe ou type d'animal, entre la période passée au pâturage et les périodes d'affouragement hivernal et estival, en favorisant bien souvent la première. Au-delà de la réalisation de stocks, dans le cas des prairies, les fauches de printemps s'inscrivent également dans l'objectif de disposer par la suite de ressources fourragères de qualité. Mais les parcelles pâturées ne sont pas toujours praticables et pâturables en toute saison, et seules comptent les parcelles de prairies accessibles au moment choisi. Le choix de la nature du stock de fourrages à conserver et son importance doivent être raisonnés dès la définition de l'assolement selon les structures et le contexte pédoclimatique des exploitations.

Au-delà de ces aspects et d'un raisonnement à l'échelle de l'année, le risque d'événements climatiques défavorables (sécheresse, pluviosité excessive), qui ont des conséquences à la fois sur les rendements fourragers et les besoins en fourrages stockés, doit être pris en considération par **la réalisation de stocks de sécurité** qui peuvent se reporter d'une année sur l'autre. Ils sont d'autant plus importants que les surfaces labourables de l'exploitation sont limitées et ne permettent pas le recours à l'implantation de cultures dérobées. Ainsi, dans une analyse sur le passé récent, LEMAIRE et PFLIMLIN (2007) montrent que si les accidents climatiques ont toujours existé, ils ont toutefois tendance à se répéter plus souvent depuis une trentaine d'années. Les récents travaux réalisés sur le changement climatique et ses conséquences (MOREAU *et al.*, 2008) montrent clairement que la survenue d'épisodes hors normes devrait s'accroître dans les années à venir. Sur le plan économique, ces épisodes génèrent des tensions sur les marchés agricoles et le plus souvent une flambée des prix des fourrages comme de la paille, renforçant l'importance des stocks de sécurité.

La maîtrise des charges économiques est une nécessité et l'alimentation des animaux en représente la part prépondérante. Le poste "récolte de fourrages" incluant l'amortissement des matériels, le fuel et le stockage, est souvent au premier rang et cela depuis de nombreuses années (MOSNIER *et al.*, 2010). L'augmentation du prix des matières premières, des aliments du bétail mais également du fuel et plus encore leur plus grande volatilité doivent aujourd'hui inciter l'élevage d'herbivores à rechercher la plus grande autonomie alimentaire possible. Cette autonomie doit être quantitative et qualitative, notamment dans le cas de productions caractérisées par des besoins élevés durant la période d'affouragement. La possibilité de disposer de fourrages très ingestibles, de bonne valeur nutritionnelle avec des teneurs en énergie et en azote élevées permet alors de limiter l'introduction de concentrés dans la ration.

Cependant, l'éleveur dispose toujours d'un stock de fourrages récoltés en qualité et quantité variables selon les parcelles, les conditions, les cycles et dates de récolte. Il doit estimer les écarts de qualité puis définir une stratégie personnelle pour gérer au mieux ces différences. Plusieurs règles vont donc être mises en œuvre afin d'assurer la meilleure adéquation entre ces valeurs nutritionnelles estimées des lots de fourrages et les besoins des animaux : par exemple "le meilleur fourrage aux animaux à besoins les plus élevés", ou des règles plus pragmatiques qui portent sur les rapprochements entre lieux de stockage et de consommation.

Le stock se réalise majoritairement à partir de cultures dédiées, comme l'ensilage de maïs, ou d'excédents d'herbe qui peuvent être récoltés et stockés sous différentes formes par voie humide (ensilages direct ou enrubanné) ou par voie sèche (foin séché au sol ou en grange). Selon les observations des Réseaux d'Élevage en Auvergne (2008) les coûts de l'UF récoltée varient de 10 à 14 centimes d'euros lorsqu'il s'agit de foin ou d'enrubannage, et de 8 à 9 centimes lorsqu'il s'agit d'ensilage de maïs auxquels il faut rajouter les charges de distribution. L'intérêt de l'ensilage de maïs réside dans son rendement en matière sèche (MS), sa valeur énergétique et son ingestibilité élevées assez stables entre années et peu dépendants du stade de récolte. Toutefois, sa faible teneur en azote et en minéraux oblige à un apport important de correcteur azoté et minéral. *A contrario*, la valeur nutritionnelle de l'herbe est plus variable, diminuant régulièrement avec l'âge de la repousse et l'augmentation du rendement. Du fait de frais de récolte incompressibles (transport et fonctionnement des machines), il existe un stade optimal pour la récolte de chaque type de prairie d'une exploitation, stade auquel le stock d'UF récoltées sera le moins coûteux, tout en conservant une densité énergétique (UF/UE) en cohérence avec les besoins des animaux auxquels le fourrage est destiné. La plage de temps pendant lequel ce stade est optimal est plus ou moins variable selon le type de prairie, et l'un des intérêts de la prairie permanente diversifiée est que cette fenêtre d'utilisation dure plus longtemps.

Il faut ensuite considérer le coût de la distribution en le considérant fixe par grand type de fourrage, de 26 à 33 centimes d'euros par kg de MS distribué respectivement pour le foin et l'ensilage. Les systèmes "foin" se traduisent bien souvent par des dispositifs plus légers et moins coûteux. Ils nécessitent moins de puissance mécanique et les modes de distribution en râtelier sont souvent simples.

Depuis de nombreuses années, les responsables du conseil en élevage proposent des méthodes adaptées pour calculer au mieux le stock fourrager nécessaire. On peut ainsi citer la méthode éprouvée de la réalisation de plans prévisionnels d'alimentation pour les troupeaux bovins allaitants (GRENET, 1982). Du fait des coûts relatifs entre l'UF pâturée et distribuée, l'éleveur a toujours intérêt à maximiser la période de pâturage (POTTIER *et al.*, 2007b ; D'HOUR *et al.*, 2000). Mais la prise en

compte croissante du bilan environnemental de l'exploitation ne fera que renforcer la nécessité d'un arbitrage précis entre périodes d'affouragement et périodes pâturées car le bilan environnemental de l'UF pâturée ou distribuée est désormais mieux approché, même grossièrement, et l'équivalent fuel d'une UF de fourrage récoltée et distribuée à l'auge est supérieur à celui d'un fourrage pâturé. De plus le stockage de carbone dans une prairie récoltée serait inférieur à celui d'une prairie pâturée.

2. Besoins en fourrages conservés selon le système de production et les choix de conduite de l'animal

Dans tous les systèmes d'élevage, les besoins en fourrages conservés sont liés à la durée des périodes d'arrêt de croissance de la végétation (hiver et été), à la taille des troupeaux à alimenter durant ces périodes (nombre d'UGB total) et à la demande animale qui dépend des besoins des différentes catégories d'animaux, femelles productrices et renouvellement.

- Le contexte pédoclimatique

Sous nos latitudes et altitudes, les périodes sans croissance des végétaux varient de 2 à 6 mois. Cette variabilité induit des besoins en fourrages stockés très différents entre régions et confère aux zones de plaine sous climat océanique des avantages bien connus. Le Tableau 1 rappelle cette grande variabilité entre différents types de systèmes ovins et bovins français. Rapportés à la journée de présence en bâtiment, les besoins moyens en stocks récoltés sont apparemment beaucoup moins différents pour un même type de production (lait, bovin ou ovin viande) mais ces moyennes cachent l'extrême variabilité des situations individuelles. A titre d'exemple (Figure 1), les données concernant l'ensemble des exploitations ovines d'une même région d'élevage suivies dans le cadre du dispositif des Réseaux d'Elevage révèlent une très grande variabilité des quantités récoltées ramenées à l'UGB présente qui n'est pas expliquée par le chargement. Cette variabilité rend compte de pratiques très différentes car les situations pédoclimatiques dans cet exemple varient peu. La pratique de distribution de fourrages récoltés en été augmente bien évidemment le besoin de stock par animal présent.

Les facteurs de la variabilité de ce ratio de fourrage récolté selon les animaux et troupeaux présents sont davantage analysés dans les travaux de DEVUN et LEGARTO (cet ouvrage).

FIGURE 1 – Variabilité des récoltes de fourrages sur les exploitations ovines allaitantes des régions herbagères du centre et de l'est de la France (source : Réseaux d'élevage, 2009 ; Institut de l'Élevage et Chambres d'Agriculture).

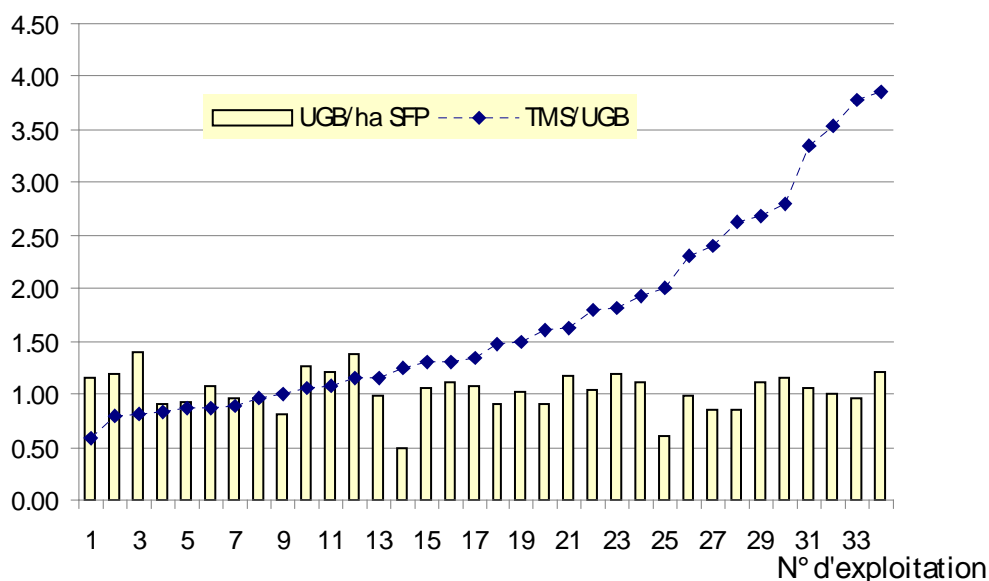


TABLEAU 1 – Besoins en fourrages récoltés selon certaines situations extrêmes (adapté des données des Réseaux d'Élevage).

	Ovins extensifs Ouest	Ovin Montagne	Bovin lait Bretagne Ouest	Bovin lait Plateau du Jura	Bovin viande Normandie	Bovin viande Auvergne
Durée hivernage (j)	120	180	100	170	120	180
Fourrages stockés¹ (t/UGB/an)	1,2	1,8	2,5	3,5	1,7	2,5
Fourrages stockés (kg/UGB/j)	10	10	25	20,6	14,2	13,9

¹ y compris les besoins en stocks pour la période estivale

– Le système d'élevage et le positionnement des périodes de mises bas

L'orientation de production qui guide la typologie des systèmes et les besoins mensuels totaux des animaux qui résultent des périodes de mises bas vont également fortement influencer les besoins en stocks fourragers et leurs caractéristiques. En Limousin, ces besoins varient par exemple de plus de 250 kg de MS/brebis pour les systèmes ovins avec une forte proportion d'agnelage d'automne et d'hiver à moins de 150 kg de MS/brebis pour les systèmes dont les agnelages interviennent au printemps.

Lorsque l'on combine la période de vêlage choisie et la durée de l'hivernage, les besoins exprimés en énergie nette récoltées (UFL) passent presque du simple au triple (Tableau 2 pour les bovins, Tableau 3 pour les ovins). Ces simples simulations mettent bien en évidence l'extrême variabilité des quantités nécessaires à récolter dans les exploitations françaises.

TABLEAU 2 – Contributions respectives de l'hivernage et du pâturage aux besoins UFL annuels du couple mère - veau selon la période de vêlage (région de montagne, race Salers - d'après PETIT *et al.*, 1995).

Période de vêlage		Automne	Hiver	Printemps	<i>Ecart maximal</i>
Sevrage des veaux	Age	9 mois	8 mois	5 mois	
	Poids (kg)	305	285	200	
Durée d'hivernage (j)		191	172	161	
UFL hivernage		1 860	1 210	670	- 64%
UFL pâturage		1 720	2 190	2 030	+ 18%

(dont 180 UFL pour regagner un point de note)

TABLEAU 3 – Contributions respectives de l'hivernage et du pâturage aux besoins UFL annuels du couple mère - agneau selon la période d'agnelage et le taux d'allaitement (région herbagère, race bouchère - d'après SAGOT, comm. pers.).

Période d'agnelage	Printemps		Automne		<i>Ecart maximal</i>
Age au sevrage	110 jours		70 jours		
Mode d'allaitement	Simple	Double	Simple	Double	
Durée d'hivernage (j)	35	35	77	84	
UFL hivernage	123	206	194	300	- 59%
UFL pâturage	339	377	247	239	+ 46%

Pour séparer les effets de la durée de l'hivernage et de la date de mise bas, une autre simulation a été réalisée sur la base des besoins stricts de la vache allaitante (entretien, gestation et lactation), sans considérer ses capacités propres de mobilisation des réserves corporelles. Une valeur UFL moyenne du fourrage (0,65/kg MS) et une ingestion de la vache allaitante en lactation d'environ 2 UEB/100kg PV soit près de 13 kg MS de foin récolté par jour ont été retenues (Tableau 4, selon INRA, 2007).

A même saison de mise bas, deux mois d'hivernage supplémentaires se traduisent par un besoin de + 640 à +730 UFL à récolter alors que l'effet de la date de mise bas varie entre 170 et 260 UFL. L'effet d'une réduction de la saison d'hivernage sur le besoin en fourrages récoltés pour couvrir les besoins du couple mère - veau est d'autant plus important que ceux-ci sont élevés. Plus l'hiver est court et plus la date de vêlage est proche de la mise à l'herbe, moins le besoin de stocks est important, et plus la part des besoins totaux couverts par le pâturage est élevée. Cependant, ces calculs qui intègrent l'augmentation du besoin d'entretien de la vache au pâturage (+20 %) et de la vache en stabulation (+10%) restent assez grossiers et nécessiteraient soit une meilleure estimation de ces effets qui influencent beaucoup les résultats de ces calculs, soit de disposer d'une approche de modélisation dynamique des besoins (JOUVEN *et al.*, 2008).

TABLEAU 4 – Estimation des besoins hivernaux du couple vache - veau de race Charolaise (700 kg de poids vif - veau de 9 mois au sevrage - mise à l'herbe en avril) selon la durée de l'hivernage et la période de mise bas.

Durée d'hivernage	4 mois		<i>Ecart</i>	6 mois		<i>Ecart</i>
	Octobre	Février		Octobre	Février	
Période de mise bas						
Besoins en UFL pour l'hivernage	1 390	1 130	260	2 030	1 860	170
Part des besoins totaux (%)	35	29		53	47	

La conduite des animaux de renouvellement influence également la demande en fourrages conservés. En élevage laitier, en moyenne, l'augmentation de l'âge au 1^{er} vêlage de 24 à 30 mois augmente les besoins en fourrages conservés d'environ 1 500 kg de MS par animal (LE COZLER, comm. pers.). Dans les troupeaux allaitants Charolais, la question du vêlage à deux ans se pose compte tenu du format élevé des vaches. Une expérience récente menée sur la ferme de Jalogny (71) a permis de réévaluer le besoin total à l'échelle de l'itinéraire de production (du sevrage au premier vêlage) selon un âge au 1^{er} premier vêlage de deux ans ou trois ans. Ainsi, à l'échelle de l'animal, pour atteindre un premier vêlage à 24 mois par rapport à 30 mois, et malgré la nécessité d'une croissance plus soutenue, la génisse demande aussi moins de fourrages récoltés comme pour la génisse laitière. Mais lorsque cette pratique du vêlage précoce est mise en œuvre, l'ensemble des conséquences sur le système doit être envisagé (croissance, poids adultes, taux de réforme, etc. ; FARRIÉ *et al.*, 2008). A l'échelle de l'exploitation, si la pratique ne s'accompagne pas d'une modification du nombre de vêlages, le chargement global baisse logiquement de 0,08UGB /ha (-6,9%), et le stock récolté nécessaire diminue parallèlement de 13 tonnes de MS (-4,1%) mais avec une réduction de l'EBE. Si cette pratique s'accompagne d'un gain d'environ 5 vêlages (sur 100 initiaux), le chargement moyen (+0,02 UGB/ha) n'est alors pas modifié et le besoin en stock récolté augmente de 300 kg /UGB présent (soit +1,4% au total). Cela entraîne une augmentation simultanée de la production autonome de viande vive de 8 kg/UGB (+3%) et de l'EBE de +2,7%.

Pour des raisons diverses et parfois fondées, le taux d'élevage des génisses ou des agnelles dépasse le strict besoin de renouvellement et le surplus d'animaux est orienté vers la production de viande. De même, en élevage laitier, les taux de renouvellement rencontrés aujourd'hui (entre 30 et 35%) concourent à des besoins en fourrages stockés élevés et qui finalement contribuent à accroître les coûts de production. La minimisation des besoins en stocks fourragers passe donc également par un ajustement raisonné des effectifs d'animaux à élever ; les solutions sont alors très dépendantes des situations locales (bâtiments, durée de l'hivernage).

– Les contraintes structurelles liées au parcellaire et à l'agrandissement

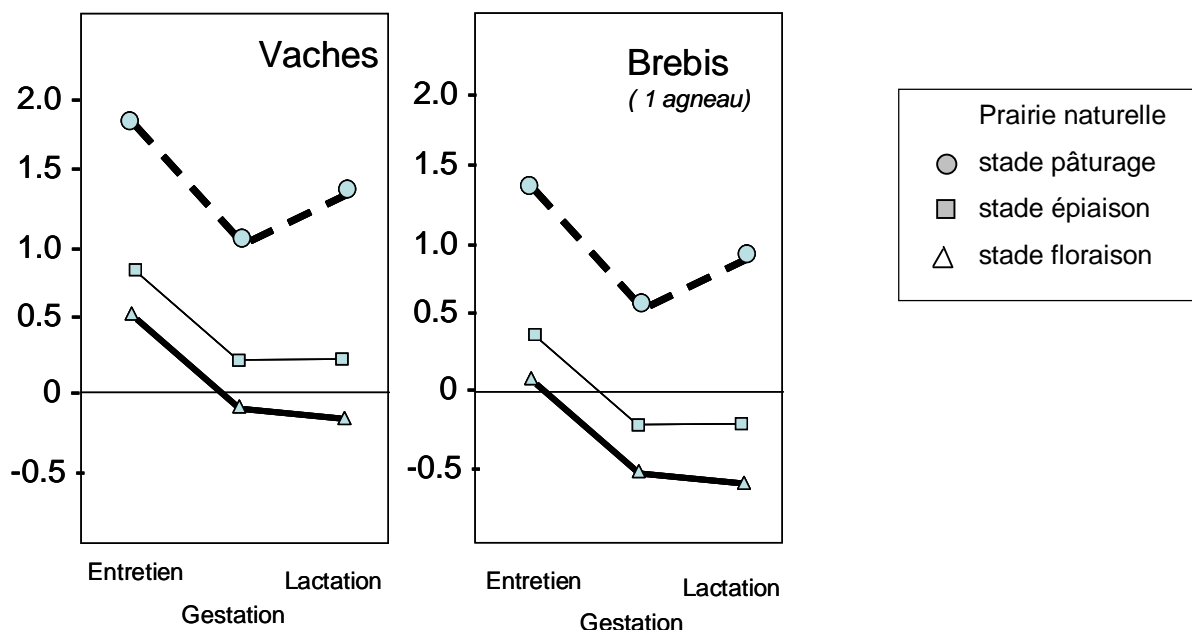
La structure de l'exploitation joue également un rôle considérable dans les besoins en fourrages stockés. Force est de constater que l'agrandissement des exploitations aboutit souvent à l'éloignement des parcelles et au morcellement du parcellaire. Leur valorisation par le pâturage peut s'avérer complexe et coûteuse notamment sur le plan du travail. Ces parcelles sont alors soit uniquement fauchées, soit cultivées pour la production de fourrages récoltés comme le maïs ou la luzerne. D'autre part, les regroupements de troupeaux en un même site, pour des raisons évidentes d'efficacité du travail, entraînent souvent une augmentation des besoins en fourrages stockés par manque de surfaces accessibles au pâturage (POSSÉMÉ, 2009). Enfin, les assolements choisis et la production de céréales maximisée par les prix élevés justifient parfois de ne pas utiliser tout le

potentiel de l'exploitation en termes de surfaces accessibles pour le pâturage. Un enquête récente en Bretagne a bien mis en évidence la différence entre surface potentiellement accessible et surface effectivement en herbe et valorisée par les vaches laitières. En conséquence, en Bretagne, 54% des élevages laitiers n'ont pas fermé le silo au printemps 2007 et n'ont pas valorisé toute leur surface accessible. Ils étaient 35% en 2004 (POSSÉMÉ, 2009). A ces problèmes structurels s'ajoutent aussi des aspects culturels et des choix d'éleveurs, à savoir la recherche de la maximisation de la production de lait par vache, la perte de confiance dans l'alimentation au pâturage due aux fluctuations de production qui justifient le maintien de l'ensilage de maïs toute l'année. Les besoins en fourrages conservés sont en conséquence accrus.

3. Valeur des fourrages récoltés et stocks nécessaires à la couverture des besoins

Compte tenu de son ingestibilité et de sa digestibilité, un fourrage récolté à un stade végétatif donné permettra d'atteindre des niveaux nutritionnels variables selon les types d'animaux et leurs stades physiologiques (THÉRIEZ *et al.*, 1994). A l'inverse, un même animal dans un état physiologique donné pourra couvrir ou non ses besoins alimentaires selon la qualité nutritionnelle du fourrage disponible qui dépend en premier lieu du stade de développement à la récolte (Figure 2) mais également des processus mis en œuvre au moment de la récolte et au cours de la conservation.

FIGURE 2 – Bilan énergétique de vaches et de brebis allaitantes selon le stade du fourrage récolté (d'après THÉRIEZ *et al.*, 1994 ; besoins exprimés en multiples du besoin d'entretien, fourrage distribué à l'auge).



– Rationner les apports de fourrages

Disposer de fourrages de très bonne qualité pour couvrir les besoins énergétiques du troupeau permet théoriquement d'en réduire le stock. On peut en effet rappeler que la qualité du fourrage et sa valorisation métabolique ont un impact important sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie pour toutes les fonctions. Du fait des pertes en extra chaleur, une jeune vache de 550 kg (correspondant à un poids de 750 kg à l'âge adulte) qui ne varie pas de masse corporelle et qui reçoit un foin à 0,60 UFL/kg MS a besoin de 33% d'énergie métabolisable en plus pour couvrir ses dépenses que lorsqu'elle reçoit une ration à 1,10 UFL/kg MS. Ceci est bien évidemment intégré dans le système UF (INRA, 2007). Mais la digestibilité et l'ingestibilité sont corrélées positivement (DEMARQUILLY *et al.*, 1981). En conséquence, pour un apport UF donné, plus le fourrage est de bonne qualité, moins il couvre la capacité d'ingestion (CI) de l'animal.

A titre d'exemple, l'effet de la distribution d'une gamme de foins de valeurs énergétiques croissantes entre 0,55 et 0,80 UFL qui correspondrait à des stades de récolte de plus en plus précoces (INRA, 2007) a été simulé. Un foin de 0,60 UFL et 1,30 UEB distribué à volonté et ingéré à raison de 12 kg MS/jour couvrira la CI et les besoins énergétiques d'une vache Charolaise de 750 kg en gestation (Figure 2). Un foin de 0,80 UFL et 1,15 UEB apporté en quantité limitée pour couvrir les mêmes dépenses ne comblera alors que 80% de cette CI... La précocité de la récolte permet de disposer de fourrages adaptés à des animaux à besoins élevés et d'économiser des achats de concentrés. Mais cela se fait au détriment de la quantité, souvent avec des coûts de récolte au kg de matière sèche plus élevés et une prise de risques météorologiques plus importante. Le développement des ensilages mi-fanés enrubbés, qui permet de lever en partie le risque climatique tout en avançant la date de récolte et en gardant la souplesse de distribution des foins, y trouve ses raisons, au moins en zone allaitante (DEVUN et LEGARTO, cet ouvrage). Mais, pour chaque situation observée, compte tenu des charges de récolte, de la valeur instantanée de l'herbe et des besoins à venir des animaux du troupeau, il existe une plage optimale difficile à déterminer.

On peut aussi s'interroger sur l'intérêt d'une telle stratégie de réduction de l'apport en MS vis-à-vis du bien-être de l'animal (BROOM, 1996). L'attitude qui consiste à rationner les apports de fourrage de très bonne qualité et qui aboutit à la non satisfaction de l'encombrement de la ration peut se traduire également par des comportements de "faim" ou d'ennui des animaux, parfois mal supportés par les éleveurs. Dans une enquête réalisée auprès d'éleveurs du département de la Creuse (AGABRIEL *et al.*, 2009) sur les déterminants de la composition et de la qualité des rations de bovins allaitants, la réponse majoritairement donnée reste que les vaches doivent "se remplir la panse". Ce qui révèle bien la sensibilité des éleveurs sur ce point. Néanmoins, dans certaines situations, ces pratiques de limitation des quantités offertes sont mises en œuvre. Des essais de limitation des apports d'ensilage de maïs ou d'ensilage mi-fané chez des brebis en lactation ont ainsi été réalisés sur différents types génétiques (Rouge de l'Ouest, Lacaune ou Mouton Vendéen) sans générer de problème particulier (POTTIER, comm. pers.). De même, le rationnement des apports de fourrages conservés largement conseillé est souvent pratiqué chez les brebis en fin de gestation pour limiter les risques sanitaires.

Le cas échéant, la distribution combinée de plusieurs fourrages de qualités très différentes peut être une alternative de bon sens mais qui demande plus de travail. Une ration mixte comportant un bon fourrage et de la paille de bonne qualité est ainsi intéressante, tout particulièrement en situation froide par l'extra chaleur qu'elle permet de produire. Mais le gain espéré en kg de MS de fourrages récoltés est alors plus réduit et les coûts de distribution risquent d'être au final plus élevés que par rapport à une ration à base de foin médiocre seul.

- Raisonner la distribution des fourrages stockés

L'optimisation de l'utilisation des fourrages stockés passe aussi par une adéquation judicieuse entre l'herbe pâturée et l'apport de fourrages conservés en interaction avec l'espèce animale et ses besoins.

Dans les élevages laitiers de l'ouest de la France, l'herbe est trop souvent le compagnon de l'ensilage de maïs et non l'inverse. Les résultats récents publiés par DELABY *et al.* (2009) permettent de mieux raisonner la place du maïs et de l'herbe dans l'alimentation des vaches laitières, notamment en fonction de la disponibilité en herbe et/ou du temps d'accès au pâturage. Pour favoriser la consommation d'herbe, un apport de 5 kg de MS d'ensilage de maïs est suffisant avec 8 heures de temps d'accès au pâturage tandis que 10 kg se justifient lors d'un temps accès limité à 4 heures. Ces ajustements raisonnés permettent de limiter l'utilisation des fourrages conservés et surtout de réserver ces fourrages pour les périodes où ils se justifient pleinement.

Les travaux réalisés ces dernières années sur les ovins viande à l'échelle de la parcelle, de l'animal (POTTIER *et al.*, 2002) mais également du système de production (POTTIER *et al.*, 2006 et 2009) conduisent à préconiser autant que possible la valorisation des prairies en hiver par des brebis à besoins plutôt élevés (fin de gestation par exemple) et de réserver les foins de qualité moyenne aux brebis à l'entretien. Cette possibilité d'un meilleur ajustement entre les diverses potentialités des prairies et la conduite en bergerie n'est envisageable que dans la mesure où l'on dispose sur l'exploitation de catégories animales présentant des besoins nutritionnels très différents. Cette souplesse renforce l'intérêt économique des systèmes à plusieurs périodes de mises bas.

4. Analyse de quelques stratégies de réduction du stock au sein des systèmes de production (moyen terme - long terme)

- A l'échelle de l'animal :
bien raisonner les besoins pour définir les stocks et leur affectation

Pour réduire les coûts de production et raisonner au mieux la quantité de fourrages nécessaire à récolter, l'éleveur peut utiliser la capacité de flexibilité nutritionnelle des animaux (BLANC *et al.*, 2010). Cette flexibilité est communément illustrée par les phénomènes de croissance compensatrice durant la phase d'élevage des jeunes. Des génisses Salers dont la croissance hivernale est réduite de 300 g/jour pendant 180 jours par rapport à des témoins sont capables par la suite de compenser cette perte induite par une ingestion supérieure d'un fourrage de bonne qualité à raison de +0,2 kg MS/100 kg de poids vif soit environ +10% (HOCH *et al.*, 2003). L'augmentation de l'ingestion permet alors d'expliquer les trois quarts de la compensation, le reste s'expliquant par une amélioration de l'efficacité métabolique.

L'élevage des génisses laitières peut aussi se raisonner sur cette base pour limiter les fourrages stockés, notamment dans le cas de vêlage à 3 ans. Durant les périodes hivernales, il importe alors de réserver à ces animaux les fourrages de moins bonne qualité pour valoriser leur aptitude à réaliser de la croissance compensatrice au pâturage lors du printemps suivant. La synthèse publiée récemment par LE COZLER *et al.* (2011) a montré la possibilité d'économiser durant le 2^{ème} hiver (à 330 jours d'âge et 285 kg de poids en début d'hiver) entre 120 et 180 kg de MS de fourrages conservés par génisse. Ceci se réalise au détriment de la croissance hivernale (600-700 g/j vs 200-300 g/j), puisqu'en fin d'hiver, les génisses restreintes pèsent entre 40 et 60 kg de moins que leurs homologues bien alimentées. Cette pratique économe n'a cependant eu de conséquence ni sur le poids à la mise à la reproduction ou au 1^{er} vêlage, ni sur les performances de reproduction, ni sur les productions laitières au cours des lactations successives.

Chez les vaches allaitantes, une sous-alimentation hivernale maîtrisée est compensée par la mobilisation des réserves corporelles lipidiques sans que cela perturbe la production laitière de la mère à l'échelle de la lactation (PETIT, 1988) et sans altérer les performances ultérieures de reproduction (AGABRIEL *et al.*, 1992, PETIT et AGABRIEL, 1993). Au cours d'expérimentations réalisées dans les unités expérimentales INRA, l'utilisation plus ou moins conséquente de ces réserves a été quantifiée afin d'en comprendre l'importance (AGABRIEL et PETIT 1988), d'en évaluer l'efficacité énergétique à l'échelle d'une campagne de production, et plus généralement d'analyser les trajectoires productives que les cycles annuels de mobilisation/reconstitution peuvent induire (BLANC *et al.*, 2006). Ainsi, pour une vache Charolaise de 700 kg de poids vif et une note d'état corporel de 2,5 (sur 5,0), les dépôts adipeux représentent environ 13% de la masse corporelle soit 80 kg de lipides. La perte d'un point de note correspond à environ 30 kg de lipides mobilisés ou l'équivalent énergétique apporté de 180 UFL. Si l'on considère qu'un kg de foin a en moyenne une valeur de 0,70 UFL/kg MS, la perte d'un demi point correspond à environ 130 kg de MS épargnés par vache.

TABLEAU 5 – Evolution des poids selon les quantités de fourrages (foin et ensilage d'herbe) distribuées au cours des périodes d'hivernage à des femelles Charolaises et format final atteint (d'après DOZIAS *et al.*, 2006 ; INRA Le Pin au Haras).

Niveau alimentaire en phase d'élevage (génisse)	Haut	Haut	Moyen	Bas
Apports énergétiques en production (vaches)	Haut	Bas	Bas	Bas
Total (kg MS) fourrages + concentré en période d'élevage (2 hivers)	1520 + 320		1260 + 140	1180 + 40
Poids au vêlage (3ans) (kg)	682	682	622	576
Fourrage distribué (kg MS) par lactation (n=4)	1270 + 150		1090 + 40	
Poids au 4 ^{ème} vêlage	761	670	643	645
Ensilage de maïs + concentré distribué en engraissement avant la réforme (kg MS, sevrage 4 ^{ème} lactation)	430 + 50	570 + 70	620 + 80	680 + 90
Poids carcasse (kg) à note 3,5	746	719	709	700

Dans une expérimentation à plus long terme conduite entre le sevrage et la quatrième lactation, (DOZIAS *et al.*, 2006 ; Tableau 5), des génisses Charolaises ont réalisé par une modulation des apports différents niveaux de croissance jusqu'au premier vêlage. Puis elles ont été soumises à des rations différents au cours des hivers de production. Le dispositif a entraîné une économie de 340 kg de foin et 280 kg de concentré distribué en phase d'élevage et de 4 x 180 kg (720 kg) de foin en phase de production. Les effets sur les principales fonctions (reproduction, lactation) ont été analysés et restent globalement modestes soulignant la robustesse des vaches. Ainsi, en 4 lactations, la compensation du lot bas en phase d'élevage et de production a été quasi complète par rapport au lot haut puis bas, traduisant également la plasticité de ces animaux aux besoins limités (BLANC *et al.*, 2010) et la possibilité de réduction des stocks fourragers nécessaires.

- Pratiques économes mobilisables à l'échelle des groupes d'animaux

Il est également possible de réduire les besoins en fourrages stockés associés aux conditions de milieu en modulant la demande animale au travers des effectifs présents, des types d'animaux à alimenter et de la maximisation des surfaces accessibles au pâturage.

- **Maximiser le pâturage et minimiser la constitution des stocks** : les objectifs qui consistent à réduire les besoins en fourrages stockés et rechercher l'allongement des périodes de pâturage sont souvent confondus. Plusieurs pistes peuvent être envisagées en hiver comme en été avec des vaches laitières (CHÉNAIS *et al.*, 2001). Les travaux conduits en ovins viande montrent ainsi que l'on peut accroître la saison de pâturage en hiver en valorisant l'herbe jusqu'à des hauteurs relativement basses (2 cm de hauteur d'herbe) sans pénaliser la production globale d'herbe (POTTIER *et al.*, 2001 et 2009). Cette pratique revient à valoriser un stock d'herbe accumulé lors de saisons précédentes.

La valorisation de stocks d'herbe sur pied a également été évaluée en été dans le cas de la production de taurillons à l'herbe (POTTIER *et al.*, 2001). Dans ce cas, si la biomasse accumulée est importante, la technique requiert des pratiques de pâturage adaptées pour en limiter les pertes, mais elle reste intéressante sur le plan économique. Cette aptitude au report sur pied dépend cependant du type de plante dont on dispose.

Pour minimiser la constitution des stocks, l'autre point de vue est de moduler stratégiquement le besoin total du troupeau afin de disposer d'animaux à faibles besoins pendant la période de distribution. Il s'agit alors de mettre en place des périodes de reproduction qui correspondent à des périodes de mises bas calées sur la pousse de l'herbe au printemps mais aussi en automne (POTTIER *et al.*, 2007a). Les systèmes qui reposent sur la maximisation du pâturage sont par essence même des systèmes à faibles stocks. La réussite de ces systèmes s'appuie en grande partie sur une cohérence forte entre la demande animale et la disponibilité en herbe. En conséquence, pour les troupeaux bovins, les vêlages sont souvent groupés et en phase avec le pic de croissance de l'herbe (printemps). La période hivernale est alors synonyme de tarissements groupés, voire longs, et les apports de fourrages conservés, souvent de piètre qualité, sont limités au maximum. En élevage laitier, choisir de ne pas produire de lait en hiver est une stratégie extrême qui permet ainsi de réduire *a minima* la quantité et la qualité des fourrages conservés nécessaires. A l'image des systèmes néo-zélandais ou irlandais, cette stratégie se conçoit et est pratiquée par quelques éleveurs de l'Ouest dans le cas de systèmes herbagers très économes pour qui la réduction des coûts est un impératif prioritaire sur la commercialisation du lait en hiver (PENN et ROGER, cet ouvrage). Ces systèmes demandent davantage de rigueur en matière de conduite de la reproduction car ils reposent sur un très fort synchronisme du troupeau, ce qui amène à privilégier des vêlages très groupés (2-3 mois). Ainsi, avec 300 jours de pâturage et des vêlages groupés en février-mars, le système d'alimentation proposé en Irlande repose sur un besoin en fourrages conservés de seulement 1,0 t MS/vache pour 4 t d'herbe pâturée (KENNEDY *et al.*, 2007). Cette pratique pose néanmoins le problème de la saisonnalité des livraisons de lait pour la filière et ne peut être généralisée à un bassin de collecte.

- **Se focaliser sur les animaux productifs** : à titre d'exemple, en raisonnant à l'échelle territoriale, en élevage laitier, le transfert de l'élevage des génisses dans une autre exploitation permet de réduire les besoins en fourrages stockés et libère des surfaces qui, valorisées par les vaches laitières, peuvent aussi limiter les besoins en stocks pour ces dernières. Il s'agit là d'une adaptation du chargement au potentiel fourrager de l'exploitation. Cette pratique d'élevage externalisé des génisses

est aussi une réalité en Nouvelle-Zélande (LE GALL *et al.*, 2001). Elle permet à la fois de valoriser des surfaces moins productives (zones de piémont ou de coteaux) avec des animaux à faibles besoins et de maximiser la part du pâturage de bonne valeur dans l'alimentation des vaches laitières.

- **Raisonner l'hivernage extérieur** : l'intérêt de l'hivernage extérieur des vaches allaitantes est bien connu depuis longtemps, mais il peut entraîner une augmentation du besoin énergétique lié à la température, à l'humidité et au vent. Chez la vache tarie non gestante, le besoin en énergie de la ration augmenterait de 31% (72 vs 55 MJ ME par jour, soit 6,08 vs 4,64 UFL) lorsqu'elle est conduite en hivernage extérieur dans les conditions difficiles de l'Ecosse (BRUCE, 1980, cité par SINCLAIR et AGABRIEL, 1998). Toutefois, les animaux ayant un niveau de production plus élevé et ingérant plus seraient moins sensibles. Le modèle prévoit ainsi i) que, dans des conditions froides (5°C), humides (5 mm de pluie par jour) et venteuses (9 m/s), il faut 104 MJ ME par jour, soit 8,8 UFL environ, pour qu'une vache en lactation se maintienne à poids constant et ii) que cette valeur n'est pas modifiée en bâtiment.

L'hivernage extérieur entraîne également une ingestion supérieure de l'ordre de 10 à 15% liée aux besoins supplémentaires de déplacement et de thermorégulation. De plus, les quantités distribuées sont aussi bien souvent accrues par le gâchis engendré par le dispositif de libre service (balles rondes déposées dans un râtelier). Le recours au pâturage hivernal s'impose alors pour couvrir une partie de ces besoins supplémentaires (NOTE *et al.*, 2010). Aménager les bâtiments pour faire aisément pâturer quelques heures, et "sortir" dès que possible deviennent également des actions nécessaires.

- **Simplifier la distribution des rations ou la diversifier**: la distribution simplifiée une à deux fois par semaine d'aliments de qualités différentes (foin et paille) ne modifie pas l'ingestion par des lots de vaches Salers (LASSALAS *et al.*, 1997). En revanche, donner le choix aux animaux entre différents fourrages grossiers a tendance à accroître le niveau d'ingestion : ainsi GINANE *et al.* (2000) observent en situation de choix de deux foinés donnés à volonté une augmentation de 10% de la capacité d'ingestion de génisses de 15 mois. Cet effet peut être intéressant à mobiliser selon le type d'animal et les rapports de qualité entre fourrages (foin / paille par exemple) pour réduire globalement la période de distribution.

- Raisonner le stock de fourrage conservé pour garantir la sécurité du système

Les stocks sont considérés comme le prix de la sérénité. Mais il faut éviter d'en avoir trop ou trop peu ! Dans les enquêtes réalisées en Creuse auprès de 17 éleveurs citées précédemment, on a observé en fin d'hiver (au 20 avril) des stocks finaux qui représentaient 20 à 30% du stock initial de début d'hiver. On peut s'interroger sur l'importance de ce stock qui coûte à entretenir et à reconstituer après utilisation partielle ou totale. Une approche par modélisation a permis de simuler les effets de réduction brutale de l'offre fourragère sous variation du climat (MOSNIER *et al.*, 2009). La réaction modélisée de l'éleveur est de réduire la surface fauchée le plus possible puis d'acheter des aliments concentrés avant de choisir de déstocker des animaux plus rapidement. La flexibilité nutritionnelle des animaux est assez peu mise en œuvre. Ces réactions modélisées sont amplifiées si l'éleveur a une aversion pour le risque et c'est ce que l'on observe dans les suivis de long terme en réseau de ferme (MOSNIER *et al.*, 2010).

La réduction des stocks de sécurité passe aussi par des stratégies agronomiques telles que le report d'herbe sur pied en été ou la production de cultures dérobées pour l'hiver. Les techniques de production et valorisation de stocks d'herbe sur pied ont été présentées lors de précédentes journées de l'AFPF (POTTIER *et al.*, 2001). L'utilisation des choux, navets ou autres racines est une réalité en Nouvelle-Zélande ou en Irlande durant la période hivernale, du fait d'un souci majeur de réduction des coûts de production liés aux stocks. De même, la valorisation tôt au printemps des cultures piège à nitrates telles que le ray-grass d'Italie permet d'économiser quelques kilos de matière sèche de fourrages conservés. Il ne s'agit pas ici de supprimer les fourrages conservés, mais plutôt d'en limiter la nécessité en valorisant sans récolte ni stockage des cultures dérobées.

Conclusions

Cet article a permis de rappeler les différents facteurs qui peuvent intervenir dans la décision de l'éleveur pour constituer les stocks de fourrages dont il aura besoin pour son troupeau. Les facteurs pédoclimatiques, l'organisation spatiale de l'exploitation et des parcelles de pâturage, enfin les choix majeurs de constitution du système (besoins du troupeau par rapport à la pousse de l'herbe) modulent le niveau de ces stocks. Le climat reste bien entendu l'élément déterminant. Pour un troupeau donné, le besoin total en fourrages récolté dépend d'abord de l'importance des périodes de pousse de l'herbe qui, en France, varient entre 5 et 10 mois. Mais on sait aussi que le climat évolue et, face à ce changement climatique, les différentes études prospectives qui ont été réalisées ne semblent pas défavorables aux systèmes herbagers mais déplacent les périodes de pénurie de l'hiver, qui sera moins long, vers l'été qui sera plus sec. Les travaux conduits par MOREAU *et al.* (2007) montrent qu'entre la période de 1980 à 1992 et la suivante, le départ en végétation a été avancé de près de 12 jours. Les simulations prospectives indiquent que cette tendance observée dans un passé récent va se poursuivre. Cette évolution doit aujourd'hui être prise en compte par les éleveurs et les techniciens. Il importe de ne plus se caler sur des habitudes ou références anciennes mais de prendre en compte localement le démarrage de la croissance de l'herbe dans la décision de mise à l'herbe.

A terme, il faudra réexaminer les références et le calcul des indicateurs pertinents qui permettent d'optimiser les stocks nécessaires selon les diverses probabilités d'aléas climatiques.

Mais, à conditions de climat identiques, il s'avère que d'autres changements structurels opèrent. L'agrandissement des exploitations s'accompagne ainsi d'une organisation de plus en plus complexe et paradoxalement d'une perte de souplesse dans l'utilisation et l'usage des parcelles du fait de leur éloignement et de leur dispersion. Le bilan environnemental de telles situations n'est sans doute pas favorable et devra en tout état de cause être évalué. Il existe une réelle convergence d'intérêts économiques et environnementaux à favoriser la réorganisation des parcellaires au sein des territoires.

Les leviers zootechniques dont l'éleveur dispose sont également nombreux : choix des périodes de mise bas, niveaux d'alimentation, report de stocks sur pieds accompagnés d'hivernage en plein air. La gamme des moyens d'action est importante mais l'aversion au risque des éleveurs reste également un déterminant final de la recherche de la sécurité et des quantités de fourrages stockés. Cette aversion au risque se retrouve aussi bien chez les éleveurs laitiers, qui gardent des silos ouverts en été pour modérer les écarts journaliers de production au pâturage, que chez les éleveurs allaitants qui maximisent le remplissage de la grange pour ne pas risquer de réduire le cheptel de souche.

Dans cet article, l'approche et la description des déterminants des quantités de fourrages stockées ont été plus analytiques que systémiques et caractérisées par une analyse indépendante des facteurs d'influence publiés sans vraiment les relier au fonctionnement du système fourrager. Dans le futur, il sera pertinent de disposer d'outils de conseils et d'aide à la décision des éleveurs dans les choix quantitatifs et qualitatifs de constitution des stocks. Ces outils se devront d'être dynamiques, réactifs aux variations de contextes locaux (climat, structure) et globaux (économiques, réglementaires). Ils reposeront par grande région de production sur des référentiels techniques évolutifs et adaptés aux réalités du terrain afin de développer des stratégies de conseils éclairées et cohérentes avec les conditions de l'élevage et les souhaits de l'éleveur.

Références bibliographiques

- AGABRIEL J., PETIT M. (1988) : "Recommandations alimentaires pour les vaches allaitantes", *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix INRA*, 70, 153-166.
- AGABRIEL J., GRENET N., PETIT M. (1992) : "Etat corporel et intervalle entre vêlages chez la vache allaitante. Bilan de deux années d'enquêtes en exploitation", *INRA Prod. Anim.*, 5, 5, 355-369.
- AGABRIEL J., CONSTANT I., DAUPHIN L., INGRAND S., VEYSSET P. (2009) : "Pratiques des éleveurs et recommandations des chercheurs : quels outils d'aide à décision pour l'alimentation des bovins allaitants ? ", E. De Turckheim, B. Hubert, A. Messéan éd., *Concevoir et construire la décision*. Quae Editions 123-146.
- BLANC F., BOCQUIER F. *et al.* (2006) : "Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review", *Animal Research*, 55(6): 489-510.

- BLANC F., DUMONT B., BRUNSCHWIG G., BOCQUIER F., AGABRIEL J. (2010) : "Robustesse, élasticité, flexibilité, plasticité : des processus adaptatifs révélés dans les systèmes d'élevage extensifs de ruminants", *INRA, Prod. Anim.*, 2010, 23 (1) 65-80.
- BROOM D. (1996) : "Animal welfare defined in terms of attempt to cope with the environment", *Acta Agric. Scand. Section A. Animal Science supplement 27*, 22-28.
- BRUCE J.M. (1980) : "Modelling the climatic energy demand on suckler cows", *Anim. Prod.* 30 449
- CHÉNAIS F., SEURET J.M., BRUNSCHWIG P., FIORELLI J.L. (2001) : "Pour un rôle croissant du pâturage dans les systèmes bovins laitiers", *Fourrages*, 166, 257 - 277)
- DELABY L., DELAGARDE R., PEYRAUD J.L. (2009) : "Quelle quantité de compléments distribuer aux vaches lors de temps d'accès limités au pâturage ?", *Rencontre Recherches Ruminants*, 16, 50.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., WEISS P. (1981) : "L'ingestibilité des fourrages verts et des foin et sa prévision", *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants*, Inra Publications, Route de St Cyr 78000 Versailles.
- DEVUN J., LEGARTO J. (2011) : "Fourrages conservés, modes de récolte et systèmes d'élevage : la situation dans les grandes zones d'élevage en France", *Actes des Journées AFPP, Récolte et valorisation des fourrages conservés : les clés de la réussite !*
- D'HOUR P., PETIT M., LASSALAS J. (2000) : "Allongement de la durée de pâturage et performances de vaches allaitante", *Rencontre Recherches Ruminants*, 7, 123-126.
- DOZIAS D., AGABRIEL J., PECCATTE J.R., PETIT M. (2006) : "Influence du profil de croissance des génisses des troupeaux allaitants sur leurs performances ultérieures", *Journées Nationales des GTV*, 145-154.
- FARRIE J-P., RENON J., BOURGE C., GROS J-M., LAHEMADE T., MURON G., ROUDIER J. (2008) : "Conditions et conséquences de la mise en place du vêlage à deux ans dans un troupeau charolais", *Renc. Rech. Ruminants*, 15 147-150.
- GINANE C., PETIT M., BAUMONT R., LASSALAS J. (2000) : "L'ingestibilité des fourrages pourrait orienter les choix alimentaires, et le choix stimuler l'ingestion", *Renc. Rech. Ruminants*, 7, 126
- GRENET N. (1982) : *Troupeau Allaitant Mode d'emploi*, éd. Technipel, 149 Rue de Bercy 75012 Paris
- HOCH T., BEGON C., CASSAR-MALEK, I. PICARD B., SAVARY-AUZELOUX I. (2003) : "Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants", *INRA Prod. Anim.*, 16(1), 49-59
- INRA (2007) : *Alimentation des bovins ovins caprins. Tables*, éd Quae, Route de St Cyr 78000 Versailles
- JOUVEN M., AGABRIEL J., BAUMONT R. (2008) : "A model predicting the seasonal dynamics of intake and production for suckler cows and their calves fed indoors or at pasture", *Animal Feed Science and Technology*, 143, 256-279.
- KENNEDY E., HENNESSY D., O'Donovan M. (2007) : "Achieving a 300-day grazing season", *Moorepark 07 Irish dairying, Winning on a world stage*, Open day, 21 june, Teagasc, Irlande, 24-28.
- LASSALAS J., AGABRIEL J., PETIT M. (1997) : "Distribution à l'échelle de la semaine d'une ration foin/paille à des vaches allaitantes", *Rencontres Recherches Ruminants*, 4, 149
- LE COZLER Y., GALLARD Y., DESSAUGE F., PECCATTE J.R., TROMMENSCHLAGER J.M., DELABY L. (2011) : "Performance and longevity of dairy heifers born during winter 1 and reared according to three growth profiles during winter 2 in a strategy based on first calving at 36 months of age", *Livestock Science*, sous presse.
- LE GALL A., FAVERDIN P., THOMET P., VERITÉ R. (2001) : "Le pâturage en Nouvelle-Zélande : des idées pour les régions arrosées d'Europe", *Fourrages*, 166, 137-164.
- LEMAIRE G., PFLIMLIN A. (2007) : "Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers ? ", *Fourrages*, 190, 163-180.
- MOREAU J.C., LORGEOU J. (2007) : "Premiers éléments de prospective sur les conséquences des changements climatiques : impacts sur les prairies, le maïs et des systèmes fourragers", *Fourrages*, 191, 285-296.
- MOREAU J-C., RUGET F., FERRAND M., SOUVERAIN F., POISSON S., LANNUZEL F., LACROIX B. (2008) : "Prospective autour du changement climatique : adaptation de systèmes fourragers", *Renc Rech. Ruminants*, 15, 193-200.
- MOSNIER C., J. AGABRIEL *et al.* (2009) : "A dynamic bio-economic model to simulate optimal adjustments of suckler cow farm management to production and market shocks in France", *Agricultural Systems*, 102(1-3): 77-88.
- MOSNIER C., J. AGABRIEL *et al.* (2010) : "Evolution and sensitivity to hazards of technical and economic indicators of suckler cow farms according to different production systems: a panel data analysis of 55 French Charolais farms from 1987 to 2007", *INRA Productions Animales*, 23 (1), 91-101.
- NOTE P., EGAL D., CASTELLAN E., D'HOUR P. (2010) : "Utilisation hivernale d'un stock d'herbe sur pied par des bovins au pâturage", *Renc Rech. Ruminants*, 17,

- PENN J.Y., ROGER P. (2011) : "Réduire les besoins en stocks : témoignage sur une pratique d'élevage dans le Morbihan", *Actes des Journées AFPP, Récolte et valorisation des fourrages conservés : les clés de la réussite !*
- PETIT M. (1988) : "Alimentation de la vache allaitante", *INRA Alimentation des Bovins Ovins Caprins*, R. Jarrige éd., Inra publications, Route de St Cyr 78000 Versailles.
- PETIT M., AGABRIEL J. (1993) : "Etat corporel des vaches Charolaises : signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction", *INRA Prod. Anim.*, 6, 5, 311-318
- PETIT M., D'HOUR P., GAREL J.P. (1995) : "Le troupeau de vaches allaitantes au pâturage", *Renc Rech. Ruminants*, 2, 45-54.
- POSSÉMÉ P.G. (2009) : "Le maïs est-il incontournable ? Analyse de vos pratiques de pâturage", *CAP Elevage*, 32, 26-27.
- POTTIER E., D'HOUR P., HAVET A., PELLETIER P. (2001) : "Allongement de la saison de pâturage pour les troupeaux allaitants", *Fourrages*, 167, p 287-310
- POTTIER E., SAGOT L., RODRIGUEZ A. (2002) : "Pâturage hivernal des ovins : conséquences zootechniques et fourragères", *Renc Rech Rum*, 9, 299-302
- POTTIER E., SAGOT L., CAILLEAU LM. (2006) : "Conséquences d'une maximisation de la part du pâturage sur les performances zootechniques d'un troupeau ovin allaitant", *Renc Rech Rum*, 13, 73-76
- POTTIER E., SAGOT L., FERRAND M. (2007a) : "Produire de l'agneau d'herbe en automne ou comment concilier conduite économe et besoin de la filière", *Renc Rech Rum*, 14, 417-420
- POTTIER E., DELABY L., J. AGABRIEL J. (2007b) : "Adaptations de la conduite des troupeaux bovins et ovins aux risques de sécheresse", *Fourrages*, 191, 267- 284.
- POTTIER E., TOURNADRE H., BENOIT M., PRACHE S. (2009) : "Maximiser la part du pâturage dans l'alimentation des ovins : intérêt pour l'autonomie alimentaire, l'environnement et la qualité des produits", *Fourrages*, 199, p 369-372.
- Réseaux d'élevage (2008) : *Coûts des fourrages 2008, Prairies, Maïs ensilage et céréales à pailles*, publication des réseaux Auvergne Lozère.
- SINCLAIR K.D., AGABRIEL J. (1998) : "The adaptation of domestic ruminants to environmental constraints under extensive conditions", *Annales de Zootechnie : Animal Research*. 47, 347-358.
- THÉRIEZ M., PETIT M. *et al.* (1994) : "Management of Suckling Herds in Harsh Environments", *Annales de Zootechnie*, 43(1): 33-47.