

INRA Prod. Anim.,  
2000, 13 (1), 61-72

J.-L. PEYRAUD

INRA Unité Mixte de Recherches sur la  
Production du Lait, 35590 Saint Gilles

e-mail : peyraud@st-gilles.rennes.inra.fr

# Fertilisation azotée des prairies et nutrition des vaches laitières. Conséquences sur les rejets d'azote

Réduire la fertilisation azotée des prairies afin de limiter le lessivage des nitrates modifie la quantité et les caractéristiques de l'herbe produite. Cette diminution de fertilisation peut avoir des conséquences sur la valeur alimentaire de l'herbe, les quantités ingérées par les animaux et leurs performances.

L'accroissement de la fertilisation azotée a été le moteur de l'intensification fourragère (Journet et Demarquilly 1979). La fertilisation accroît la vitesse de croissance de la végétation ce qui augmente la production pour un

âge de repousse défini (accroissement de la productivité) ou réduit le délai nécessaire pour atteindre un rendement défini (effet maturité) (Lemaire *et al* 1982). Ainsi le temps nécessaire pour produire une biomasse de 2 t MO/ha est réduit de respectivement 14 et 28 j pour des niveaux de fertilisation de 50 et 100 kg N/ha comparativement à une prairie non fertilisée.

## Résumé

La nouvelle réglementation européenne et la prise en compte des effets négatifs des systèmes de production intensifs sur l'environnement peuvent motiver une réduction de la fertilisation azotée des prairies. L'objectif de cette revue bibliographique est de quantifier les conséquences d'une plus faible fertilisation azotée des prairies sur la nutrition des vaches laitières.

A même âge de repousses, la réduction de la fertilisation azotée tend à diminuer la digestibilité de la matière organique (MO) de 0,02 point, mais les sites de la digestion de cette MO et leur part respective ne sont pas modifiés. Malgré une teneur en matières azotées totales (MAT) plus faible sur prairies peu fertilisées, la quantité d'azote non ammoniacal entrant dans l'intestin n'est diminuée que de 5 % environ. En effet, l'efficacité des synthèses microbiennes n'est pas affectée par la réduction de fertilisation azotée tandis que la dégradation ruminale des protéines est un peu diminuée. La réduction de la fertilisation azotée peut donc réduire la valeur énergétique de 0,02 à 0,04 UFL/kg MS et la valeur PDIE de 5 à 12 g/kg MS. Cet effet modéré peut être attribué au fait que la réduction de la teneur en MAT est compensée par un accroissement proportionnel de la teneur en sucres solubles, totalement digestibles et qui constituent une source d'énergie disponible pour la protéosynthèse ruminale. En revanche, la teneur en parois végétales n'est pas modifiée par la fertilisation azotée.

En moyenne, la fertilisation azotée n'a pas d'effet sur les quantités de MS volontairement ingérées par l'animal à l'auge. Mais, au pâturage, l'ingestion peut être limitée si la réduction de fertilisation altère la préhensibilité de l'herbe du fait d'une réduction importante de la biomasse de feuilles vertes par hectare. La réduction de la fertilisation azotée des prairies est un moyen efficace pour réduire les rejets azotés des vaches laitières. Les conséquences possibles sur la nutrition des vaches laitières sont finalement discutées.

La prise de conscience des effets négatifs des systèmes de production intensifs sur l'environnement, notamment à travers l'enrichissement en nitrates des ressources en eau et des pertes par volatilisation (Germon 1989, t'Mannetje et Frame 1994), ainsi que les contraintes agri-environnementales se faisant jour progressivement vont conduire à réduire l'intensité de la production laitière par unité de surface, principalement en modifiant les pratiques de fertilisation azotée des prairies. Le challenge est maintenant d'optimiser le recours aux intrants azotés pour maîtriser les effets négatifs de la production sans trop affecter les performances des animaux et des surfaces fourragères.

Très peu de travaux ont, à ce jour, étudié l'effet de la fertilisation sur la nutrition des ruminants. Les recherches conduites dans les années 60 et 70 se sont focalisées sur la fertilisation comme moyen d'intensifier la productivité des prairies. Ces résultats peuvent être réexaminés dans le sens d'une réduction de la fertilisation. Plus récemment des études ont quantifié les effets d'une réduction de la fertilisation sur la nutrition et les performances

zootechniques de vaches à haut potentiel. Après un bref rappel des effets de la fertilisation sur la production et la composition des graminées prairiales, l'objectif de cet article est de décrire les effets d'une réduction de la fertilisation sur l'ingestion, la digestion et, finalement, la valeur alimentaire des graminées pâturées, ainsi que les marges de manoeuvre disponibles pour modifier les rejets azotés tout en maintenant un état nutritionnel satisfaisant des animaux. Les réponses de production et des restitutions azotées à l'échelle des parcelles et de la saison de pâturage ne seront pas abordées puisqu'elles ont fait récemment l'objet d'une synthèse détaillée (Vérité et Delaby 1998).

## 1 / Effet de la fertilisation N sur la croissance et la composition de l'herbe

### 1.1 / Production primaire des prairies

La réduction de la fertilisation azotée réduit la productivité des prairies de graminées de 5 (Peel et Matkin 1984) à 15 (Holmes 1968, Reid, 1978) kg MS/kg N apporté en moins lorsque les prairies sont exploitées à même âge de repousse. Cet effet est très variable selon les conditions pédoclimatiques car la croissance de la végétation est d'autant plus dépendante de la fourniture d'azote par le sol que le niveau de fertilisation est réduit.

Ces effets sur la production s'expriment principalement par une réduction de la densité de talles et de la vitesse d'élongation des feuilles (Wilman 1980, Lemaire 1985, Mazzanti *et al* 1989). La proportion de matériel vert dans la végétation reste peu affectée et ne décroît sensiblement que lors d'une réduction drastique de la fertilisation (Woledge et Pearce 1985). Sur prairies d'associations, la réduction de la fertilisation s'accompagne généralement d'un accroissement de la proportion de trèfle (Simon 1989), si bien que la fertilisation peut n'avoir que des effets très modestes sur la productivité des prairies.

### 1.2 / Composition de la plante

La réduction de la fertilisation accroît la teneur en MS du fourrage de 20 à 50 g/kg MS pour une réduction de 100 kg N/ha (Demarquilly 1977, Wilman et Wright 1978b). Cet effet est d'autant plus marqué que l'apport azoté est plus réduit (Wilman 1975a, Behaeghe et Carlier 1973). Ainsi, ces derniers auteurs rapportent un accroissement de 5 g/kg pour une réduction des apports de 600 à 400 kg N/ha et de 21 g/kg pour une réduction de 200 à 0 kg N/ha. Il est aussi plus marqué pour les repousses plus âgées que pour les repousses plus jeunes qui sont toujours plus riches en eau (Hnatyszyn et Guais 1988).

La teneur des plantes en protéines diminue rapidement avec la fertilisation et la relation est linéaire pour une très large gamme de variation (de 0 à 800 kg N/ha, Reid 1966). La

penne de la relation est très variable selon les situations géographiques : de 20 à plus de 70 g/kg MS (Blaser 1964, Plancquaert 1975, Demarquilly 1977). Ceci est bien illustré dans une étude récente conduite en Bretagne, Pays de Loire et Normandie par les Instituts et les Chambres d'Agriculture (Delaby *et al* 1999). Pour une réduction de 100 kg N/ha, la teneur en MAT diminue de 32, 23 et 16 g/kg MS respectivement dans le bassin de Rennes, en Normandie et dans le Finistère. Outre la pente de la relation, les conditions pédoclimatiques locales affectent aussi la teneur en MAT des fourrages peu fertilisés. En absence de fertilisation la teneur en MAT dépend principalement de la fourniture d'azote par le sol. Sans aucune fertilisation, la teneur en MAT est de 110-120 g/kg MS sur les sols argilo-limoneux du bassin de Rennes, pauvres en MO (2 à 3 %), alors qu'elle reste supérieure à 160 g/kg MS sur les sols de Normandie ou du Finistère, beaucoup plus riches (6 à 10 % de MO). En revanche les réponses ne diffèrent pas sensiblement selon les graminées, seule la fétuque est légèrement moins sensible (Behaeghe et Carlier 1973).

L'effet de la fertilisation est maximal après deux semaines puis il diminue rapidement. Dans l'essai rapporté à la figure 1, les différences de teneurs en MAT de l'herbe entre les deux niveaux de fertilisations (30 vs 200 kg N/ha) sont ainsi de 140, 110 et 60 g/kg MS pour des repousses de 3, 4 et 6 semaines. Ce résultat s'explique par une entrée de l'azote dans la plante immédiatement après l'apport, alors que la croissance de la plante n'a pas encore démarré. Ensuite, la stimulation de la production de biomasse sur les prairies les plus fertilisées conduit à une dilution accrue des MAT dans la plante.

La proportion d'azote protéique dans l'azote total s'accroît de 75 à 90 % lorsque le niveau de fertilisation passe de 400 à 0 kg N/ha (Reid et Strachan 1974). L'entrée d'azote dans la plante, qui s'effectue essentiellement sous forme de nitrate, s'accroît rapidement avec la fertilisation, ce qui conduit dans une première étape à l'accumulation d'azote non protéique puis de nitrates pour des niveaux de fertilisation élevés. Prins (1984) rapporte des accumulations de nitrates dès que la fertilisation excède 60-70 kg N/ha/cycle. La teneur en nitrates est maximale deux semaines après l'apport (Wilman 1975b), l'azote nitrique représentant alors 4 à 6 g/kg MS (10-15 % de N total) (Behaeghe et Carlier 1973, Reid et Strachan 1974), et même 8 g/kg MS pour des fertilisations de plus de 100 kg N/cycle (Wilman et Wright 1978a), ce qui est proche de la dose létale 50 pour ruminants. La teneur en nitrates diminue toutefois rapidement avec l'âge des repousses.

L'effet de la fertilisation azotée sur la composition en acides aminés est peu décrit. Rulquin *et al* (1993) ont rapporté un accroissement de la proportion de lysine dans les acides aminés totaux lorsque la fertilisation est réduite. En revanche, Reid et Strachan (1974) et Eppendorfer (1977) n'ont pas observé un tel effet. Toutefois, du fait de la forte dégradabilité des protéines des fourrages verts, ces modifications des proportions des différents acides

**Une faible fertilisation azotée diminue la teneur en azote total de l'herbe, surtout l'azote non protéique, et augmente la teneur en glucides solubles.**

aminés ont probablement peu d'importance pour la nutrition de l'animal.

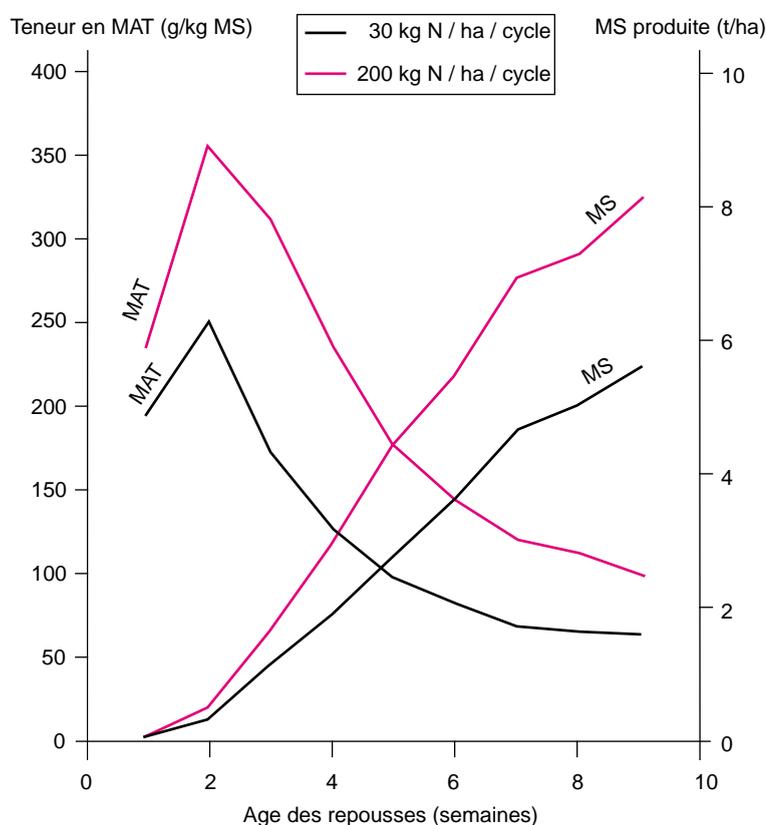
La teneur en glucides solubles s'accroît lors d'une réduction de la fertilisation (Reid et Strachan 1974, Wilman et Wright 1978a). L'effet est en moyenne de même ampleur que pour les MAT, la réduction de 10 g MAT/kg MS s'accompagnant d'un accroissement de 10 g de glucides solubles. Cet effet est particulièrement net chez les ray-grass italien et anglais qui sont des graminées naturellement riches en glucides (Wilman et Wright 1978a). Cet accroissement est attribuable à une diminution de l'utilisation des chaînes carbonées pour la synthèse protéique et pour la production d'énergie nécessaire à la réduction des nitrates absorbés. A l'inverse, ni la teneur en fibres ni la proportion de cellulose dans les fibres ne sont affectées de façon sensible par la fertilisation (Blaser 1964, Demarquilly 1977).

## 2 / Effet de la fertilisation sur l'ingestion d'herbe

### 2.1 / A l'auge

Dans les tests de cafétéria à l'auge, les moutons montrent une préférence marquée pour les graminées les moins fertilisées (Reid et Jung 1965, Jones et Roberts 1991), sans doute du fait des teneurs plus élevées en sucres de ces fourrages. Cependant, la fertilisation n'a pas d'effet systématique sur les quantités de MS volontairement ingérées par les moutons à l'auge lorsque les fourrages sont comparés à même âge de repousse (tableau 1). Si certains effets ont été occasionnellement observés (Demarquilly 1970), ils étaient indépendants de la nature du fourrage, du numéro de cycle ou de modifications de la digestibilité ou de la composition chimique.

**Figure 1.** Effet de la fertilisation azotée et de l'âge des repousses sur la production et la teneur en MAT de l'herbe (d'après Wilman 1975a et 1975b).



L'ingestion volontaire ne semble pas non plus affectée chez la vache laitière à l'auge lorsque son niveau de production est modéré (moins de 20 kg de lait) (Peyraud *et al* 1997). En réalité deux effets de la fertilisation s'opposent. L'ingestibilité de fourrages peu fertilisés peut être limitée par des teneurs faibles en MAT. Ce phénomène est bien décrit pour

**Tableau 1.** Effet de la fertilisation azotée sur l'ingestion volontaire, par des moutons, de fourrages verts récoltés au même âge de repousse.

Espèce	Ingestion volontaire (g MS/kg P <sup>0,75</sup> )		Fertilisation (kg N/ha/an) Bas vs Haut	Référence
	Bas N <sup>(1)</sup>	Haut N		
Ray-grass anglais	73	74	80 vs 240	Demarquilly (1970)
Dactyle	62	61	0 vs 450	Reid <i>et al</i> (1966)
	105	110	0 vs 500	Reid <i>et al</i> (1967a)
Fétuque élevée	63	64	65 vs 570	Reid et Jung (1965)
	66	64	0 vs 500	Reid <i>et al</i> (1967a)
Sorgho	72	70	125 vs 380	Reid <i>et al</i> (1964)
Prairie permanente	68	60	120 vs 240	Demarquilly (1970)
	59	59	100 vs 300	Holmes et Lang (1963)
Moyenne	71	70		

<sup>(1)</sup> Quand plusieurs niveaux de fertilisation ont été utilisés, seuls les niveaux le plus faible et le plus élevé ont été retenus.

**L'effet de la fertilisation sur l'ingestion dépend de la conduite adoptée au pâturage : possibilité pour les animaux de sélectionner l'herbe pâturée, distribution d'un complément azoté.**

les fourrages pauvres et a été mis en évidence dans des études conduites au pâturage (voir ci-dessous). A l'inverse, dans le cas de fertilisations très élevées et de fourrages exploités très jeunes, la réduction de la fertilisation peut permettre d'accroître l'ingestion de fourrage en accroissant sa teneur en MS. Ceci est illustré par les données de Van Vuuren *et al* (1992) montrant un accroissement de l'ingestion (13,3 vs 16,8 kg MS/j) pour une réduction de la fertilisation de 500 à 250 kg N/ha alors que la teneur en MS du fourrage s'accroissait de 138 à 218 g/kg. L'effet de la teneur en eau du fourrage sur les quantités ingérées par les vaches est bien décrit par ailleurs (Vérité et Journet 1970).

Il faut mentionner que la fertilisation peut avoir un effet indirect sur l'ingestibilité en permettant une utilisation plus précoce des fourrages car l'ingestibilité diminue avec l'âge des repousses (Demarquilly *et al* 1981a). Toutefois, à notre connaissance, il n'existe pas d'étude comparant différents niveaux de fertilisation avec des fourrages exploités à même biomasse produite.

## 2.2 / Au pâturage

Au pâturage l'effet de la fertilisation sur l'ingestion peut être modulé par la conduite des troupeaux. L'effet de la réduction de la fertilisation N a été analysé au cours de deux essais conduits à Rennes avec des vaches de bon niveau de production (30 kg de lait en début d'essai). L'herbe était offerte en même quantité pour les différentes fertilisations, c'est-à-dire que la surface offerte augmentait proportionnellement à la réduction de la production d'herbe sur les prairies les moins fertilisées. Ces quantités offertes, supérieures à 20 kg MO/jour, étaient a priori non limitantes (Peyraud *et al* 1995). Les effets observés ont pourtant été très variables. Dans le premier essai, l'ingestion d'herbe n'a pas été limitée par la réduction de la fertilisation (Peyraud *et al* 1994 ; tableau 2), alors que la hauteur des

refus était importante du fait d'un niveau d'herbe offerte très élevé. Dans ces conditions, les animaux ont pâturé les strates les plus hautes de la végétation, plus riches en protéines et aussi plus aisément accessibles. En particulier les animaux ont sélectionné une herbe à 150 g MAT/kg MS sur les prairies non fertilisées. Dans le second essai (Delagarde *et al* 1997), l'ingestion a été réduite de plus de 2,5 kg MO. Les hauteurs d'herbe en fin de pâturage étaient plus faibles et la teneur en MAT de l'herbe ingérée du traitement moins fertilisé est restée proche de 120 g/kg MS et à peine plus élevée que celle de l'herbe offerte. Il est en outre possible que dans ce traitement, du fait de biomasses beaucoup plus faibles, les animaux aient eu accès à un matériel végétal moins facilement récoltable.

L'importance de l'effet de la teneur en MAT du fourrage ingéré sur l'ingestion d'herbe est confirmé par les études de complémentarité montrant que l'apport d'un supplément protéique permet de limiter l'effet négatif de la réduction de la fertilisation sur l'ingestion d'herbe. Ainsi dans leur essai, Delagarde *et al* (1997) ont rapporté un accroissement important de l'ingestion d'herbe (+ 1,5 kg/j) sur les prairies peu fertilisées en distribuant un supplément protéique, sous forme de 2 kg tourteau tanné, alors qu'aucun effet du supplément n'est observé sur des prairies mieux fertilisées. De même, dans un autre essai conduit sur une prairie pauvre en MAT (100 g/kg MS), l'apport de concentré énergétique n'a pas accru l'ingestion d'herbe à l'inverse du tourteau tanné (Delagarde *et al* 1999). L'effet du tourteau s'explique par une meilleure nutrition azotée de l'animal et des microbes du rumen puisque le tourteau tanné a aussi contribué à accroître la teneur en ammoniac du rumen (Delagarde *et al* 1999).

A partir de ces résultats, on peut proposer une valeur seuil de 140 g MAT/kg MS pour l'herbe offerte. Les données du tableau 2 montrent aussi qu'il est nécessaire d'offrir

**Tableau 2.** Effet de la fertilisation azotée sur l'ingestion d'herbe par des vaches laitières pâturant du ray-grass anglais, à mêmes quantités d'herbe offerte.

Essai 1 (Peyraud *et al* 1994) : prairie en première année d'exploitation suivant un ensilage de maïs et qui a bénéficié de reliquats azotés. Essai 2 (Delagarde *et al* 1997) : prairies de 3 à 5 ans qui n'ont pas été fertilisées pendant deux ans. L'herbe offerte a été supérieure à 20 kg MO/vache/jour dans les deux essais. L'azote était apporté sous forme d'ammonitrate.

Niveau de fertilisation Apports N (kg/ha/cycle)	Essai 1		Essai 2	
	Bas 0	Haut 60	Bas 0	Haut 60
Biomasse végétale (t MO/ha)	3,9	4,8	1,9	2,6
Quantités d'herbe offerte (kg MS/jour)	26,0		20,7	
Hauteur après pâturage (cm)	11,1	11,9	7,7	8,3
Teneur en MAT de l'herbe offerte (g/kg MS)	113	151	106	173
Teneur en MAT de l'herbe ingérée (g/kg MS) <sup>(1)</sup>	151	180	130	205
Quantités de limbes offerts (kg MO/jour) <sup>(1)</sup>	19,2	21,0	18,0	15,4
Quantités MAT offertes (kg/jour)	3,4	4,5	2,5	3,8
Quantités ingérées (kg MO/jour)	16,2	16,2	13,0	15,6

<sup>(1)</sup> Teneur en MAT moyenne des strates comprises entre le sommet de la végétation et la hauteur des refus.

plus de 3 kg de MAT/jour (estimés par coupe à 5 cm à la motofaucheuse) pour ne pas limiter l'ingestion. Ce dernier critère est de portée plus générale que la simple teneur en MAT de l'herbe offerte car il permet d'intégrer l'offre d'herbe. Ce seuil, issu d'essais d'ingestion, est en assez bon accord avec les données des essais zootechniques montrant que les performances individuelles plafonnent au-delà de 3 kg de MAT offertes.

### 3 / Effet de la fertilisation sur la digestion des fourrages verts

#### 3.1 / Digestibilité de la MO et des fibres

La réduction de la fertilisation n'a que des effets ténus sur la digestibilité de graminées lorsque celles-ci sont récoltées à même âge. En moyenne, la réduction de digestibilité est de 0,02 point chez les moutons. Les données sur vaches laitières, moins nombreuses, confirment cette faible chute de la digestibilité, que ce soit chez des animaux alimentés à l'auge avec du ray-grass ou pâturant des prairies monospécifiques de ray-grass anglais ou des prairies naturelles (tableau 3).

Peyraud *et al* (1997) ont rapporté une diminution de la digestibilité des constituants pariétaux de 0,06 point lorsque la teneur en protéines des graminées diminue de 160 à 110 g/kg MS, alors qu'aucun effet n'a été rapporté lorsque la teneur en protéines diminue de 210 à 170 g/kg MS (Van Vuuren *et al* 1992). Ces résultats peuvent être reliés aux conditions ruminales : l'activité cellulolytique est limitée par une carence en azote dégradable (Hoover 1986, Kennedy *et al* 1992). Ils peuvent aussi être reliés aux caractéristiques intrinsèques des parois. Messman *et al* (1991) et Valk *et al* (1996) ont en effet mis en évidence, par la technique des sachets, une réduction du rythme de dégradation des parois chez les graminées les moins fertilisées.

La fertilisation n'a qu'un effet modéré sur la digestibilité de la MO car la diminution de la teneur en protéines est partiellement compensée par une augmentation de la teneur en glucides solubles, entièrement digestibles, et ce malgré le risque d'une réduction de la digestibilité des parois lorsque la réduction de la fertilisation est drastique. Cet effet est donc totalement différent de celui lié à l'âge des repousses pour lequel la réduction de la teneur en protéines s'accompagne d'un accroissement de la teneur en parois et de la lignification de ces dernières.

**Tableau 3.** Effet de la fertilisation azotée sur la digestibilité de la MO des fourrages verts récoltés au même âge de repousse.

	Digestibilité <sup>(1)</sup>		Fertilisation (kg N/ha/an) Bas vs Haut	Référence
	Bas N	Haut N		
<b>Mouton</b>				
Ray-grass anglais	0,74	0,75	200 vs 500	Blaxter <i>et al</i> (1971)
	0,73	0,74	80 vs 240	Demarquilly (1970)
	0,77	0,77		Lindberg et Lindgren (1988)
Ray-grass italien	0,71	0,72	170 vs 390	Binnie <i>et al</i> (1974)
Dactyle	0,60	0,62	0 vs 400	Reid <i>et al</i> (1966)
	0,71	0,75	0 vs 504	Reid <i>et al</i> (1967a)
	0,66	0,66		Dent et Aldrich (1968)
Fétuque élevée	0,62	0,63	65 vs 570	Reid et Jung (1965)
	0,68	0,73	0 vs 500	Reid <i>et al</i> (1967b)
Prairies permanentes	0,72	0,74	120 vs 240	Demarquilly (1970)
	0,75	0,78	150 vs 520	Holmes et Lang (1963)
<b>Moyenne</b>	<b>0,70</b>	<b>0,72</b>		
<b>Vaches laitières à l'auge</b>				
Ray-grass italien	0,63	0,64	200 vs 400	Hagemeister <i>et al</i> (1976)
	0,79	0,81	275 vs 500	Van Vuuren <i>et al</i> (1992)
	0,79	0,81	0 vs 250	Peyraud <i>et al</i> (1997)
<b>Vaches laitières au pâturage <sup>(2)</sup></b>				
Ray-grass italien	0,79	0,80	0 vs 250	Peyraud <i>et al</i> (1994)
	0,78	0,81	0 vs 250	Delagarde <i>et al</i> (1997)
Prairies permanentes	0,76	0,77	20 vs 300	Peyraud et Delaby (1992)
<b>Moyenne</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>		

<sup>(1)</sup> Quand plusieurs niveaux de fertilisation ont été utilisés, seuls les niveaux le plus faible et le plus élevé ont été retenus

<sup>(2)</sup> La digestibilité est estimée par la méthode des index fécaux (Peyraud *et al* 1996)

Finalement l'effet de la fertilisation reste mineur en regard des variations de digestibilité observées selon l'âge des repousses, le cycle ou la saison, mais il est systématique lorsque la prairie est valorisée à même âge. Toutefois, la fertilisation peut avoir un effet indirect important sur la digestibilité comme sur l'ingestibilité en permettant une exploitation plus précoce des fourrages. Ainsi dans l'étude de Waite (1970), des prairies peu fertilisées de ray-grass anglais et de dactyle ont eu une digestibilité plus faible de 0,04 point lorsqu'elles ont été exploitées à même hauteur que les prairies témoins plus fertilisées et exploitées plus jeunes (33 vs 51 jours).

### 3.2 / Sites de la digestion de la MO

Chez la vache laitière, les sites de la digestion ne sont pas affectés par le niveau de fertilisation (tableau 4) sans doute parce que l'accroissement de la teneur en glucides solubles compense la réduction de la digestibilité ruminale des constituants pariétaux. Les proportions molaires des différents acides gras volatils ne sont pas non plus sensiblement affectées, bien que la teneur en acétate puisse être légèrement diminuée lorsque le fourrage peu fertilisé est très riche en glucides (Peyraud *et al* 1997). Ceci explique pourquoi la fertilisation n'affecte pas le taux butyreux du lait (Delaby *et al* 1996, Delaby et Peyraud 1998).

**A faible fertilisation, la digestibilité de la MO est légèrement réduite et les profils d'acides gras volatils produits dans le rumen ne sont que faiblement modifiés.**

### 3.3 / Digestion de l'azote

La teneur en protéines apparemment digestibles est toujours beaucoup plus faible chez les graminées moins fertilisées (Demarquilly 1977) puisqu'elle s'accroît directement avec la teneur en protéines des fourrages (Demarquilly *et al* 1981b). En revanche la réduction du niveau de fertilisation ne diminue que modérément le flux de protéines (N x 6,25) entrant dans l'intestin (figure 2) car ni le flux de protéines microbiennes ni le flux d'origine alimentaire ne sont profondément affectés. Le flux d'azote d'origine microbienne varie peu car l'efficacité des synthèses microbiennes est pratiquement inchangée ou même s'accroît légèrement (tableau 5) tandis que la teneur en MO fermentescible de l'herbe est elle-même peu affectée (voir tableau 4). La réduction du flux d'azote d'origine alimentaire, lié à la plus faible teneur en protéines des fourrages moins fertilisés, est partiellement compensée par une dégradabilité plus faible des protéines (tableaux 5 et 6). A partir de données obtenues par la méthode des sachets, nous avons calculé que la dégradabilité théorique des protéines, calculée pour un taux de passage de 6 % par heure est réduite de 0,05 unités en moyenne et que cet effet semble indépendant de l'origine du fourrage. Cette réduction est probablement liée à l'augmentation de la proportion d'azote lié au parois chez les fourrages moins fertilisés (Wilman et Wright 1978a).

**Tableau 4.** Effet de la fertilisation azotée<sup>(1)</sup> sur la digestion ruminale de la MO chez la vache laitière alimentée avec du ray-grass anglais exploité à même âge.

Digestion ruminale (% MO digestible)		Profils fermentaires (acétate+butyrate) / propionate		Référence
Bas N	Haut N	Bas N	Haut N	
71	69	nd	nd	Hagemeister <i>et al</i> (1976)
80	81	3,88	3,64	Van Vuuren <i>et al</i> (1992)
71	71	3,64	3,79	Peyraud <i>et al</i> (1997)
68	68	3,62	3,61	Delagarde <i>et al</i> (1997) <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Les niveaux de fertilisation N (kg/ha/an) et les teneurs en MAT (g/kg MS) des herbes offertes étaient de respectivement : 200 vs 400 et 77 vs 112 (Hagemeister *et al* 1976) ; 250 vs 500 et 174 vs 212 (Van Vuuren *et al* 1992) ; 0 vs 250 et 106 vs 150 (Peyraud *et al* 1997) ; 0 vs 250 kg N/ha/an et 106 vs 173 g/kg MS (Delagarde *et al* 1997).

<sup>(2)</sup> Essai conduit au pâturage

**Tableau 5.** Effet de la fertilisation N<sup>(1)</sup> sur la digestion ruminale de l'azote chez la vache laitière alimentée avec du ray-grass anglais exploité à même âge.

Flux de protéines microbiennes (g/kg MO digestible)		Protéines alimentaires non dégradées (g/g ingéré) (2)		Référence
Bas N	Haut N	Bas N	Haut N	
18,5	15,4	0,53	0,48	Hagemeister <i>et al</i> (1976)
17,4	19,2	0,33	0,24	Van Vuuren <i>et al</i> (1992)
16,3	15,4	0,36	0,32	Peyraud <i>et al</i> (1997)

<sup>(1)</sup> Les niveaux de fertilisation N (kg/ha/an) et les teneurs en MAT (g/kg MS) des herbes offertes étaient de respectivement : 200 vs 400 et 77 vs 112 (Hagemeister *et al* 1976) ; 250 vs 500 et 174 vs 212 (Van Vuuren *et al* 1992) ; 0 vs 250 et 106 vs 150 (Peyraud *et al* 1997).

<sup>(2)</sup> En admettant que le flux d'azote endogène est de 5,3 g/kg MO non digestible ingérée (Vérité et Peyraud 1988).

**Tableau 6.** Effet de la fertilisation azotée sur la dégradabilité des protéines estimée par la méthode des sachets incubés dans le rumen.

Espèces	Saison	Niveau de fertilisation				Référence
		N1	N2	N3	N4	
Fléole <sup>(1)</sup>	Printemps	0,64	0,67	0,65		Lindberg (1988)
Fétuque <sup>(2)</sup>	Début printemps	0,88	0,87			Le Goffe <i>et al</i> (1989)
	Fin printemps	0,75	0,76			
	Eté	0,70	0,75			
Ray grass anglais <sup>(3)</sup>	Moyenne annuelle <sup>(8)</sup>	0,59	0,63	0,63	0,67	Van Vuuren <i>et al</i> (1991)
	Moyenne annuelle <sup>(9)</sup>	0,49	0,60	0,61	0,66	
Ray grass anglais <sup>(4)</sup>	Printemps	0,59	0,65			Salaün <i>et al</i> (1999)
	Eté	0,54	0,59			
	Automne	0,62	0,64			
Ray grass anglais <sup>(5)</sup>	1ère coupe	0,76	0,80			J-L. Peyraud (non publié)
	Repousses	0,72	0,77			
Prairies de mélange <sup>(6)</sup>	Moyenne annuelle	0,57	0,61	0,65		Valk <i>et al</i> (1996)
Prairies permanentes <sup>(7)</sup>	1ère coupe	0,78	0,82			J-L. Peyraud (non publié)
	repousses	0,72	0,77			

<sup>(1)</sup> N1 = 60 + 30, N2 = 120 + 60, N3 = 180 kg/ha à la 1ère coupe + 90 kg/ha à chaque repousse.

<sup>(2)</sup> N1 = 160, N2 = 420 kg/ha/an.

<sup>(3)</sup> N1 = 0, N2 = 250, N3 = 400, N4 = 700 kg/ha/an.

<sup>(4)</sup> N1 = 0, N2 = 250 kg/ha/an.

<sup>(5)</sup> N1 = 0-20, N2 = 60-100 kg/ha/an.

<sup>(6)</sup> N1 = 150, N2 = 300, N3 = 450 kg/ha/an.

<sup>(7)</sup> N1 = 0, N2 = 300 kg/ha/an.

<sup>(8)</sup> Les fauches ont été effectuées à même âge.

<sup>(9)</sup> Les fauches ont été effectuées lorsque la biomasse atteignait 2 t MS (soit à 68, 40, 30 et 30 jours respectivement pour N1, N2, N3 et N4).

L'effet de la réduction de la fertilisation sur la dégradabilité est bien plus prononcé lorsque les fourrages sont comparés à même biomasse produite et non plus à même âge. Ainsi Van Vuuren *et al* (1991) ont rapporté une réduction de la dégradabilité des protéines de 0,67 à 0,59 entre 700 et 0 kg N/ha pour des fourrages exploités à même âge mais de 0,67 à 0,49 lorsque les fourrages étaient exploités à un rendement de 2 t MS/ha.

#### 4 / Implications pour la nutrition des vaches laitières

Une diminution de 0,02 point de digestibilité correspond à une réduction de la valeur énergétique du fourrage d'environ 0,04 UFL/kg MS. La réduction des apports énergétiques correspond alors à une réduction théorique de la production de lait de 0,5 kg pour une vache ingérant 18 kg MS par jour et alimentée aux alentours de ses besoins (Coulon et Rémond 1991). Des travaux plus anciens avaient déjà montré que la teneur en énergie métabolisable était peu affectée par la fertilisation (Blaxter *et al* 1971, Lindgren et Lindberg 1988).

Les conséquences sur la valeur azotée et l'ingestion du fourrage sont plus variables selon le niveau de réduction de la fertilisation. Lorsque, sous l'effet de la fertilisation, la teneur en MAT de l'herbe passe de 180 à 150 g/kg MS, la teneur en PDIE est réduite d'à peine 4 g/kg MS (en admettant une réduction de 0,05 et 0,02 respectivement pour la dégradabilité théorique et la digestibilité, la valeur PDIE diminue de 1,5 g pour une réduction de 10 g/kg MS de la teneur en MAT), et l'ingestion n'est par ailleurs que marginalement affectée. La teneur en PDIN est réduite de 10 g/kg MS environ mais reste supérieure à la teneur en PDIE. Dans ces conditions, chez une vache ingérant 18 kg MS, les apports azotés ne sont réduits que de 70 g/j ce qui est quasiment négligeable pour la production (Vérité et Peyraud 1988). Plusieurs études ont d'ailleurs montré qu'une réduction modérée de la fertilisation accompagnée d'une réduction du chargement pour maintenir les quantités d'herbe offertes n'affectait pas les performances individuelles (Bienfait *et al* 1978, Fiorelli 1992, Delaby et Peyraud 1998).

En revanche, pour une réduction plus drastique de la fertilisation et/ou dans le cas de sols pauvres en matière organique où la réduction de la fertilisation a des effets très marquants sur la production des graminées, la

**Tableau 7.** Interaction entre la fertilisation azotée, la conduite du pâturage et les conditions de milieu sur la production de lait pour des prairies exploitées à même âge (d'après Delaby et al 1995 et 1996 et Delaby et Peyraud 1998).

	Essai 1 <sup>(1)</sup>		Essai 2 <sup>(1)</sup>		Essai 3 <sup>(2)</sup>	
	80	250	80	250	0	320
Fertilisation (kg N/ha/an)	80	250	80	250	0	320
Teneur en MO du sol (%)	2	2	2	2	10	10
Quantités d'herbe offerte (kg MO/j)	17,0	17,0	26,8	20,4	18,6	18,6
Biomasse (t MS/ha)	2,2	2,4	2,7	3,2	1,9	2,8
Teneur en MAT (g/kg MS)	10,5	17,2	12,1	18,7	15,6	22,5
Quantités de MAT offertes (kg/jour)	1,8	2,9	3,2	3,8	2,9	4,2
Lait (kg/jour)	23,1	25,7	26,0	26,4	27,3	27,5

<sup>(1)</sup> Ray-grass anglais (Rennes). Données moyennes de deux cycles de printemps.

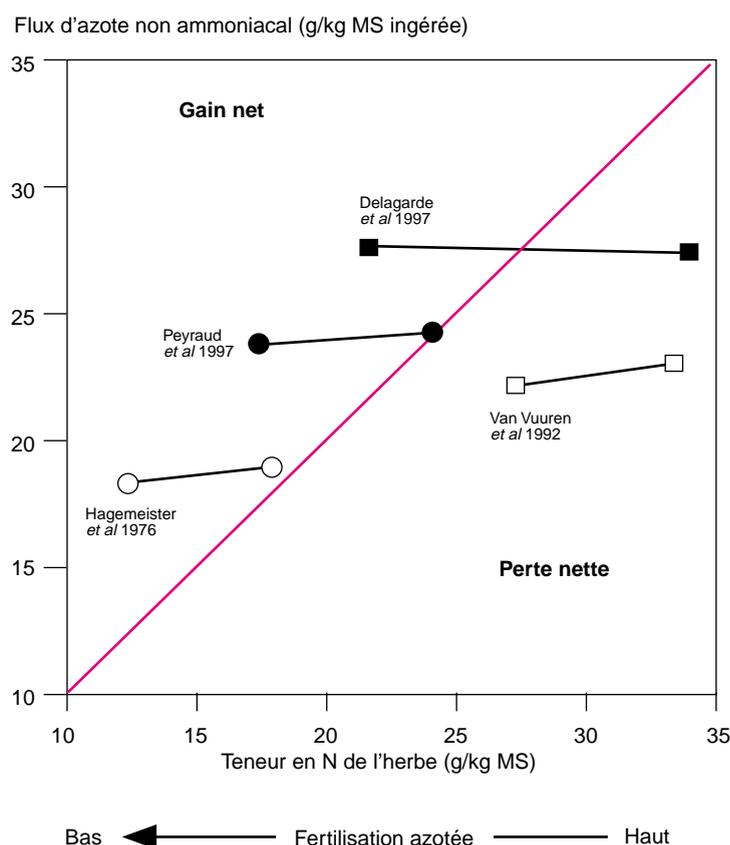
<sup>(2)</sup> Prairies permanentes (Le Pin au Haras, Normandie). Données moyennes des trois premiers cycles.

teneur en MAT du fourrage peut diminuer jusqu'à 100-120 g/kg MS. Dans ce cas, la teneur en PDIE est réduite de plus de 10 g/kg MS, le déficit (PDIN-PDIE)/UF peut être bien supérieur à 20 g (très forte carence en azote dégradable) et l'ingestion d'herbe peut chuter de 2 kg MS/jour. Il s'ensuit une réduction des apports de presque 2 UFL et de 400 g PDI/jour ce qui peut représenter une chute de la production de 2 à 3 kg de lait/jour. Ces données expliquent pourquoi les réponses à l'apport de PDIE par le concentré peuvent devenir très importantes. En comparant deux niveaux de fertilisation, à mêmes quantités d'herbe offertes et à même âge d'exploitation, Delaby et al (1996)

ont montré qu'il fallait apporter 600 g PDI/j lorsque les vaches pâturent des prairies peu fertilisées (120 g MAT/kg MS) pour maintenir des performances identiques à celles observées sur prairies bien fertilisées. Sur ces dernières, l'apport de PDI n'améliore pas les performances par rapport à des céréales.

Finalement, l'effet d'une réduction donnée de la fertilisation sur les performances animales dépend de son effet sur la production d'herbe et sa teneur en MAT qui, à leur tour, dépendent du milieu pédo-climatique, et des ajustements possibles de la conduite du pâturage et de la complémentation. L'effet de la réduction de la fertilisation sur les performances ne peut pas être prédite simplement à partir du niveau de fertilisation. Ces effets combinés de la fertilisation, de la conduite du pâturage et des conditions pédo-climatiques sont illustrés dans nos études récentes (tableau 7). Sur sols riches en MO (essai 3) la teneur en MAT des prairies peu fertilisée reste supérieure à 150 g/kg MS. La production des vaches est maintenue par l'ajustement du chargement. En revanche, pour des sols où la minéralisation est limitée, la même réduction de la fertilisation entraîne une forte diminution de la production de lait (essai 1). Dans ces conditions, il faut compenser par une réduction très importante du chargement afin d'accroître les quantités d'herbe offerte sur les prairies peu fertilisées (essai 2) ou apporter des PDI par la complémentation.

**Figure 2.** Effet de la fertilisation azotée sur la teneur en azote de l'herbe, la quantité d'azote entrant dans l'intestin et le bilan azoté du rumen.



## 5 / Conséquences sur les bilans azotés

La réduction de la fertilisation entraîne une réduction importante de l'excrétion urinaire d'azote et une réduction modérée de l'excrétion fécale (tableau 8). L'effet modéré sur l'excrétion fécale s'explique par le fait que la quantité d'azote apparemment non digestible n'est que faiblement affectée par la teneur en azote de l'herbe (Demarquilly et al 1981b).

La réduction de l'excrétion urinaire est essentiellement liée à celle de la fraction uréique (Peyraud et al 1997). Elle s'explique principalement par la réduction de la production d'ammoniac dans le rumen. Les four-

**Tableau 8.** Effets respectifs de la fertilisation azotée et de l'âge des repousses sur la digestion de l'herbe verte.

	Fertilisation Peyraud <i>et al</i> (1997)		Age des repousses Mambrini et Peyraud (1994)	
	Bas N	Haut N	Bas N	Haut N
Age des repousses (jours)	30	30	45	28
Fertilisation azotée (kg/ha/an)	0	250	250	250
Teneur en MAT (g/kg MS) <sup>(1)</sup>	106	150	94	170
N urinaire (g/kg MS ingérée)	5,3	12,1	4,9	15,5
Digestibilité de la MO	0,79	0,81	0,75	0,81
Protéines digérées (g/kg MS ingérée) <sup>(1)</sup>	108	113	88	123
(acétate+butyrate)/propionate <sup>(2)</sup>	3,63	3,80	4,12	3,65

<sup>(1)</sup> Protéines disparaissant apparemment entre le duodénum et les fèces. Cette valeur surestime légèrement la teneur en protéines réellement digérées (PDI).

<sup>(2)</sup> Profil fermentaire du rumen

**Tableau 9.** Effet de la fertilisation et de la complémentation azotées sur le bilan azoté de vaches laitières au pâturage.

	Astigarraga <i>et al</i> (1993)			Delagarde <i>et al</i> (1997)		
	60	60	300	0	0	250
Fertilisation (kg/ha/an)	60	60	300	0	0	250
Tourteau de soja distribué (kg/jour)	0	2	0	0	2	0
MS ingérée (kg/jour)	18,0	20,4	18,0	14,6	16,7	17,3
Lait (kg/jour)	22,5	25,1	22,2	22,7	25,3	25,0
N ingéré (g/kg MS ingérée)	23,8	29,2	28,3	21,6	27,9	33,8
N lait (g/kg MS ingérée)	6,1	6,0	6,1	7,0	7,1	6,8
N fécal (g/kg MS ingérée)	6,1	6,5	6,3	6,7	7,5	6,9
N urine (g/kg MS ingérée)	11,6	16,7	15,9	7,9	13,2	20,1

rages fertilisés riches en MAT sont toujours caractérisés par des pertes importantes d'azote dans le rumen (Peyraud 1993 ; figure 2). A l'inverse, les fourrages peu fertilisés réduisent ces pertes puisque, malgré la réduction de leur teneur en MAT, le flux duodénal de protéines est relativement peu affecté. Le flux intestinal peut même être plus élevé que l'azote total ingéré (figure 2) reflétant ainsi un gain net au niveau du rumen. Ce recyclage net peut atteindre 5 à 6 g N /kg MS ingérée ou encore 30 à 40 % de l'azote total ingéré. La légère diminution des apports PDI avec l'herbe moins fertilisée peut aussi contribuer à limiter les pertes en réduisant le catabolisme des protéines absorbées au niveau intestinal.

La réduction de la teneur en N des fourrages peut être obtenue par deux voies différentes : réduction de la fertilisation en exploitant le fourrage à même âge ou augmentation de l'âge des repousses à même fertilisation. Les deux pratiques conduisent à la même épargne d'azote urinaire mais les conséquences nutritionnelles sont très différentes (tableau 8). Si la réduction de la fertilisation n'a que des effets assez modérés, l'accroissement de l'âge des repousses diminue très sensiblement à la fois la digestibilité et les quantités d'azote absorbées dans l'intestin, et donc la valeur PDI du fourrage.

La quantité d'azote excrétée par kg de lait produit peut être largement modifiée en ajustant la fertilisation et la complémentation azotée, sans nuire aux performances des animaux (tableau 9). Comparées à des vaches ne recevant pas de supplément et pâturant des prairies bien fertilisées, la distribution de 2 kg de tourteau tanné à des animaux pâturant des prairies peu fertilisées permet de produire plus de lait à même quantité d'azote excrété (essai 1) ou de produire la même quantité de lait mais en réduisant les rejets (essai 2). Quand ces résultats sont extrapolés à la surface pâturée, les différences d'excrétion d'azote sont accentuées car le chargement est généralement réduit sur les prairies moins fertilisées. Les rejets du troupeau sont alors très étroitement liés au nombre de jours de pâturage par hectare de prairies (Vérité et Delaby 1998).

## Conclusion

Bien que la réduction de la fertilisation azotée entraîne des modifications importantes de la composition des graminées, la valeur énergétique du fourrage est très peu affectée et sa valeur azotée n'est que modérément réduite. Seule la teneur en PDIN du fourrage peut diminuer de manière importante. Toutefois, lorsque la réduction de la fertilisation azotée

**Adapter la conduite du pâturage, en modifiant le chargement, et/ou distribuer un complément azoté aux animaux peut permettre de réduire la fertilisation azotée des prairies sans nuire aux performances animales.**

est très importante compte tenu du potentiel agro-climatique local, à la fois l'apport d'énergie et la nutrition azotée de l'animal peuvent être sensiblement affectés du fait d'une réduction des quantités ingérées et d'une réduction plus marquée de la valeur azotée du fourrage (PDIN et PDIE). L'effet sur l'ingestion s'explique alors principalement par le déficit en protéines du régime au regard des besoins de l'animal et des microbes du rumen.

Ces effets négatifs peuvent être corrigés par une réduction appropriée du chargement

lorsque la surface disponible le permet, par un léger accroissement de l'âge des repousses pour accroître la biomasse sans en affecter davantage la composition et par l'apport de PDI par la complémentation. Moyennant ces précautions, la réduction de la fertilisation apparaît comme un moyen efficace pour réduire les pertes azotées des ruminants sans affecter leur niveau de production. La productivité à l'unité de surface sera en revanche toujours sensiblement réduite.

## Références

- Astigarraga L., Peyraud J. L., Le Bars M., 1993. Effect of level of nitrogen fertilization and protein supplementation on herbage utilization by grazing dairy cows. II. Faecal and urine nitrogen excretion. *Ann. Zootech.*, 43, 292.
- Behaeghe T.J. Carlier L.A., 1973. Influence of nitrogen levels on quality and yield of herbage under mowing and grazing conditions. *Proceedings of the Vth General Meeting of European Grassland Federation, Uppsala*, 52-66.
- Bienfait J.M., Van Eenaeme C., Limbourg P., 1978. Comparaison de quatre systèmes de pâturage différant par les chargements, les doses de complément énergétique et les niveaux de fumure azotée en fonction de la productivité de l'herbe et de la production laitière sur les pâturages. *Fourrages*, 74, 19-28.
- Binnie R.C., Harrington F.J., Murdoch J.C., 1974. The effect of cutting height and nitrogen level on the yield, in vitro digestibility and chemical composition of italian ryegrass swards. *J. Br. Grassld. Soc.*, 29, 57-62.
- Blaser R.E., 1964. Symposium on forage utilization : Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 23, 246-253.
- Blaxter K.L., Wainman F.W., Dewey P.J.S., Davidson J.L., Denerley H., Gunn J.B., 1971. Effects of nitrogenous fertilizer on the nutritive value of artificially dried grass. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 76, 307-319.
- Coulon J.B., Rémond B., 1991. Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Prod. Anim.*, 4, 49-56.
- Delaby L., Peyraud J.L., 1998. Effet d'une réduction simultanée de la fertilisation azotée et du chargement sur les performances des vaches laitières et la valorisation du pâturage. *Ann. Zootech.*, 48, 17-39.
- Delaby L., Peyraud J.L., Vérité R., Marquis B., 1995. Effet de la complémentation protéique sur les performances des vaches laitières au pâturage conduit à 2 niveaux de fertilisation. *Ann. Zootech.*, 44, 173-188.
- Delaby L., Peyraud J.L., Vérité R., Marquis B., 1996. Effect of protein content in the concentrate and level of nitrogen fertilization on the performance of dairy cows in pastures. *Ann. Zootech.*, 45, 327-341.
- Delaby L., Chenais F., Houssin B., Jeulin T., Losq G., 1999. Effet de la fertilisation minérale azotée des prairies sur la valeur alimentaire de l'herbe et les performances des vaches laitières au pâturage. *Journée technique "Fertilisation azotée des prairies dans l'Ouest"*, 97-111.
- Delagarde R., Peyraud J.L., Delaby L., 1997. The effect of nitrogen fertilization level and protein supplementation on herbage intake, feeding behaviour and digestion in grazing dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 66, 165-180.
- Delagarde R., Peyraud J.L., Delaby L., 1999. Influence of carbohydrate or protein supplementation on intake, behaviour and digestion in dairy cows strip-grazing low nitrogen fertilized perennial ryegrass. *Ann. Zootech.*, 48, 81-96.
- Demarquilly C., 1970. Influence de la fertilisation azotée sur la valeur alimentaire des fourrages verts. *Ann. Zootech.*, 19, 423-437.
- Demarquilly C., 1977. Fertilisation azotée et qualité du fourrage. *Fourrages*, 69, 61-81.
- Demarquilly C., Andrieu J., Weiss P., 1981a. Ingestibilité des fourrages verts et foin. In : C. Demarquilly (ed), *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 155-168. INRA, Paris.
- Demarquilly C., Grenet E., Andrieu J., 1981b. Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages. In : C. Demarquilly (ed), *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 129-154. INRA, Paris.
- Dent J.W., Aldrich D.T.A., 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. The effect of cutting dates, season and environment. *J. Br. Grassld. Soc.*, 23, 13-19.
- Eppendorfer W.H., 1977. Amino acid composition and nutritional value of italian ryegrass, red clover and lucern as influenced by application and content of nitrogen. *J. Sci. Food. Agric.*, 28, 607-614.
- Fiorelli J.L., 1992. Extensification du pâturage continu des vaches laitières. In : Association Française pour la Production Fourragère (ed), *L'extensification en production fourragère. Fourrages (hors série)*, 68-69.
- Germon J.C., 1989. Management systems to reduce impact of nitrates. Commission of the European Communities. Elsevier Science Publishers Ltd, London, United Kingdom, 274 p.
- Hagemeister H., Kaufmann W., Pfeiffer E., 1976. Factors influencing the supply of nitrogen and amino acids to the intestine of dairy cows. In : D.J.A. Cole et al (eds), *Protein Metabolism and Utilization*, 425-439. Butterworths, London.

- Hnatyszyn M., Guais A., 1988. Les fourrages et l'éleveur. Lavoisier, Techniques et documentation, Paris, 440 p.
- Holmes W., 1968. The use of nitrogen in the management of pasture for cattle. *Herbage Abstracts*, 38, 265-277.
- Holmes W., Lang R.W., 1963. Effects of fertilizer nitrogen and herbage dry matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Anim. Prod.*, 5, 17-26.
- Hoover W.H., 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69, 2755-2766.
- Jones E.L., Roberts J.E., 1991. A note on the relationship between palatability and water soluble carbohydrates content in perennial ryegrass. *Irish J. Agric. Res.*, 30, 163-167.
- Journet M., Demarquilly C., 1979. Grazing. In : W.H. Broster and H. Swan (eds), *Feeding strategy for the High Yielding Dairy Cow*, 295-321. Granada Publishing, London.
- Kennedy P.M., Boniface A.N., Liang Z.J., Muller D., Murray R.M., 1992. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 2. The comparative response to urea supplements in animal fed tropical grasses. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 119, 243-254.
- Le Goffe P., Vérité R., Lemaire G., 1989. Influence du niveau de fertilisation azotée sur la dégradabilité de l'azote de la fétuque élevée récoltée en vert. *Proceedings XVIth International Grassland Congress, Nice, France*, 911-912.
- Lemaire G., 1985. Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps : Effet des facteurs climatiques. Thèse d'Etat, Université de Caen, 96 p.
- Lemaire G., Salette J., Laissus R., 1982. Analyse de la croissance d'une prairie naturelle normande au printemps. II. La dynamique d'absorption de l'azote et son efficacité. *Fourrages*, 92, 51-65.
- Lindberg J.E., 1988. Influence of cutting time and nitrogen fertilization on the nutritive value of Timothy. 2. Estimates of rumen degradability of nitrogenous compounds. *Swed. J. Agric. Res.*, 18, 85-89.
- Lindberg J.E., Lindgren E., 1988. Influence of cutting time and nitrogen fertilization on the nutritive value of Timothy. 3. Rumen degradability and estimates energy and protein values. *Swed. J. Agric. Res.*, 18, 91-98.
- Lindgren E., Lindberg J.E., 1988. Influence of cutting time and nitrogen fertilization on the nutritive value of Timothy. 1. Crude protein content, metabolizable energy and energy value determined in vivo vs in vitro. *Swed. J. Agric. Res.*, 18, 77-83.
- Mambrini M., Peyraud J.L., 1994. Mean retention time in the digestive tract and digestion of fresh ryegrass by lactating dairy cows : influence of the grass maturity and comparison with a maize silage diet. *Reprod. Nutr. Develop.*, 34, 9-23.
- Mazzanti A., Lemaire G., Gastal F., 1989. Effect of nitrogen on herbage growth and intake by sheep in continuously grazed swards of tall fescue genotypes. *Proceedings XVIth International Grassland Congress, Nice, France*, 525-526.
- Messman M.A., Weiss W.P., Erickson D.O., 1991. Effects of nitrogen fertilization and maturity of bromegrass on in situ ruminal digestion kinetics of fiber. *J. Anim. Sci.*, 69, 1151-1161.
- Peel S., Matkin E.A., 1984. Herbage yield and animal production from grassland on three commercial dairy farms in the south east England. *Grass Forage Sci.*, 39, 177-185.
- Peyraud J.L., 1993. Comparaison de la digestion du trèfle blanc et des graminées prairiales chez la vache laitière. *Fourrages*, 135, 465-473.
- Peyraud J.L., Delaby L., 1992. Effet de la réduction de la fertilisation azotée sur la qualité de l'herbe sélectionnée par les vaches laitières. In : Association Française pour la Production Fourragère (ed), *L'extensification en production fourragère. Fourrages (hors série)*, 128-129.
- Peyraud J.L., Astigarraga L., Faverdin P., Delaby L., Le Bars M., 1994. Effect of level of nitrogen fertilization and protein supplementation on herbage utilization by grazing cows. I. Herbage intake and feeding behaviour. *Ann. Zootech.*, 43, 291.
- Peyraud J.L., Delagarde R., Delaby L., 1995. Influence des conditions d'exploitation du pâturage et des caractéristiques animales sur les quantités ingérées par les vaches laitières : analyse et prédiction. *Renc. Rech. Ruminants*, 2, 37-44.
- Peyraud J.L., Vérité R., Delaby L., 1995. Rejets azotés chez la vache laitière : Effet de l'alimentation et du niveau de production des animaux. *Fourrages*, 142, 131-144.
- Peyraud J.L., Comeron E.A., Wade M.H., Lemaire G., 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann. Zootech.*, 45, 201-217.
- Peyraud J.L., Astigarraga L., Faverdin P., 1997. Digestion of fresh perennial ryegrass fertilized at two levels of nitrogen by lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 64, 155-171.
- Plancaert P., 1975. La fertilisation azotée des prairies. *Fourrages*, 62, 95-117.
- Prins W.H., 1984. Limits to nitrogen fertilizer on grassland. *Neth. J. Agric. Sci.*, 32, 319-321.
- Reid R.L., 1966. The response of herbage yield and quality to a wide range of nitrogen application rates. *Proceedings Xth International Grassland Congress, Helsinki, Finlande*, 209-213.
- Reid R.L., 1978. The effect of frequency of defoliation on the yield response of a perennial ryegrass sward to a wide range of nitrogen application. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 90, 447-457.
- Reid R.L., Jung G.A., 1965. Influence of fertilizer treatment on the intake, digestibility and palatability of tall fescue hay. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 24, 615-625.
- Reid R.L., Strachan N.H., 1974. The effects of a wide range of nitrogen rates on some chemical constituents of the herbage from perennial ryegrass swards with and without white clover. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 83, 393-401.
- Reid R.L., Clark B., Jung G.A., 1964. Studies with sudan grass. II. Nutritive evaluation by in vitro and in vivo methods. *Agron. J.*, 56, 537-542.
- Reid R.L., Jung G.A., Murray S.J., 1966. Nitrogen fertilization in relation to the palatability and nutritive value of orchardgrass. *J. Anim. Sci.*, 25, 636-645.
- Reid R.L., Jung G.A., Kinsey C.M., 1967a. Nutritive value of nitrogen-fertilized orchardgrass pasture at different periods of the year. *Agron. J.*, 59, 519-525.

- Reid R.L., Odhuba E.K., Jung G.A., 1967b. Evaluation of Tall Fescue pasture under different fertilization treatments. *Agron. J.*, 59, 265-271.
- Rulquin H.R., Guinard J., Pisulewski P., Vérité R., 1993. Le système en lysine et méthionine digestible. *Compte-rendu des journées CAAA-AFTAA, Le Mans, France, juin 1993.*
- Salaün C., Van Straalen W.M., Kogut J., Peyraud J.L., Van Vuuren A.M., 1999. In situ degradation of perennial rye grass from grazed pastures during the season at two levels of nitrogen fertilization. *Ann. Zootech.*, 48, 35-46
- Simon J.C., 1989. Azote et équilibre de l'association ray-grass anglais-trèfle blanc. *Proceedings XVIIth International Grassland Congress, Nice, France, 471-472.*
- t'Mannetje L., Frame J., 1994. *Grassland and Society. Proceedings XVth General Meeting European Grassland Federation, Wageningen, Netherland, 618 p.*
- Valk H., Kappers I.E., Tamminga S., 1996. In sacco degradation characteristics of organic matter, neutral detergent fibre and crude protein of fresh grass fertilized with different amounts of nitrogen. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63, 63-87.
- Van Vuuren A.M., Tamminga S., Ketelaar R.S., 1991. In sacco degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 116, 429-436.
- Van Vuuren A.M., Krol-Kramer F., Van Der Lee R.A., Corbijn H., 1992. Protein digestion and intestinal amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. *J. Dairy Sci.*, 75, 2215-2225.
- Vérité R., Delaby L., 1998. Conduite alimentaire et rejets azotés chez la vache laitière. Interrelations avec les performances. *Renc. Rech. Ruminants.*, 5, 185-192.
- Vérité R., Journet M., 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Ann. Zootech.*, 19, 255-268.
- Vérité R., Peyraud J.L., 1988. Nutrition azotée. In : R. Jarrige (ed), *Alimentation des bovins ovins et caprins*, 75-93. INRA, Paris.
- Waite R., 1970. The structural carbohydrates and the in vitro digestibility of a ryegrass and a cocksfoot at two levels of nitrogenous fertilizer. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 74, 457-462.
- Wilman D., 1975a. Nitrogen and italian ryegrass. 1. Growth up to 14 weeks : dry matter yield and digestibility. *J. Br. Grassld. Soc.*, 30, 141-147.
- Wilman D., 1975b. Nitrogen and italian ryegrass. 2. Growth up to 14 weeks : Nitrogen, phosphorus and potassium content and yield. *J. Br. Grassld. Soc.*, 31, 243-247.
- Wilman D., 1980. Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. 1. Leaf development. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 94, 443-453.
- Wilman D., Wright P.T., 1978a. The proportions of cell content, nitrogen, nitrate-nitrogen and water-soluble carbohydrates of three grasses in early stages of regrowth after defoliation with and without applied nitrogen. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 91, 381-394.
- Wilman D., Wright P.T., 1978b. Dry matter content, leaf water potential and digestibility of three grasses in the early stages of regrowth after defoliation with and without applied nitrogen. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 91, 365-380.
- Wolledge J., Pearce P.J., 1985. The effects of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis of leaves of ryegrass swards. *Grass Forage Sci.*, 40, 305-309.

## Abstract

### *Nitrogen fertilisation of grasslands and dairy cow nutrition. Consequences on N losses.*

The changes in agricultural policy and the increased concern about the effects of intensive production systems on the natural environment may lead to a reduction in the levels of nitrogen (N) fertilisation on grassland. The aim of this review is to quantify the consequences of lowering N fertilisation on dairy cow nutrition.

For grass species harvested at the same age of regrowth, a reduction in N fertilisation leads to a 0.02 unit decrease in organic matter (OM) digestibility, but the site of OM digestion is unaffected. Despite a much lower crude protein (CP) content in poorly fertilised grass, the amount of non-ammonia nitrogen entering the intestine is decreased by only about 5 % since the efficiency of microbial protein synthesis is unaffected. The rumen degradability of CP is, however, slightly decreased. Reducing N fertilisation could reduce NEL by 0,3 MJ kg<sup>-1</sup> DM and Metabolisable Protein (MP) by

5 to 12 g kg<sup>-1</sup> DM. These moderate effects can be attributed to the fact that any decrease in CP content is compensated for by an increase in water-soluble carbohydrates, which are completely digestible and provide a readily available source of energy for ruminal proteosynthesis. Conversely, cell wall content remains unchanged. On the average, N fertilisation has no effect on the quantity of dry matter voluntarily ingested by stall-feeding animals, but herbage intake at grazing may be reduced since low amounts of N fertilisation might reduce the ease of prehension of herbage by reducing the green leaf mass per unit area. Lowering the levels of N fertilisation would appear to be an efficient means of reducing N loss in ruminants. The possible consequences on dairy cow nutrition are discussed.

PEYRAUD J.-L., 2000. Fertilisation azotée des prairies et nutrition des vaches laitières. Conséquences sur les rejets d'azote. *INRA Prod. Anim.*, 13, 61-72.

## NOUVELLES DE LA RECHERCHE

### Caprins 2000

Tours, 15-18 mai / Poitiers, 19-21 mai

La Conférence internationale sur les caprins, événement organisé tous les quatre ans, se tiendra cette année en France, à Tours et à Poitiers. Le programme scientifique diversifié, de haut niveau, est d'intérêt mondial. Il comprend des tables rondes, des congrès sur des thèmes spécifiques, ainsi que des visites techniques et touristiques pendant et après la Conférence. En plus des principaux thèmes développés au cours des conférences, une attention particulière sera accordée au transfert des connaissances et des technologies développées par la Recherche vers les organismes d'application et de production, dans diverses régions du monde.

Du 15 au 18 mai à Tours, sessions et tables rondes regrouperont chercheurs et spécialistes venus d'une centaine de pays du nord et du sud. Les enjeux des races caprines sont déterminants dans ces pays et l'ensemble des problématiques sera abordé : nutrition et stratégies d'alimentation, génétique et sélection (sans oublier la production de fibre), pathologie et systèmes de production, qualité des produits.

Du 19 au 21 mai, sept circuits de visites techniques en région Poitou-Charentes et six congrès techniques se dérouleront au Futuroscope à Poitiers. La foire aux fromages de Sainte Maure de Touraine accueillera les congressistes les 20 et 21 mai en clôture de cette conférence internationale.

*Cette conférence internationale est organisée par l'INRA et l'Institut de l'Élevage. Contacts : à l'Institut de l'Élevage : Anne Marie Paulais,*

tél. : 01 40 04 49 79, fax : 01 40 04 52 75  
au Centre INRA de Tours : Laurent Cario,  
Communication, tél : 02 47 42 76 09,  
fax : 02 47 42 76 44  
<http://www.tours.inra.fr/congres/7icg/>

### 4èmes Journées de la recherche sur les palmipèdes à foie gras

4-5 octobre 2000, Arcachon

Organisées par le CIFOG, l'INRA, le CTCPA et l'ITAVI

Ces journées ont pour objectif de présenter les principales évolutions techniques concernant notamment la conduite du gavage, la qualité des produits, tant pour l'oie que pour le canard, mais aussi d'apporter des réponses aux questions sur l'économie, l'environnement et l'éthique des productions.

*Contacts : Evelyne Sazy, ITAVI,  
Maison de l'Agriculture, BP 279,  
40005 Mont-de-Marsan Cedex.  
Tél : 05 58 85 44 12, fax : 05 58 85 44 11,  
e-mail : sazy@itavi.asso.fr, ou Nadège  
Forgnone, ITAVI, 28 rue du Rocher,  
75008 Paris. Tél : 01 45 22 62 40,  
fax : 01 43 87 46 13,  
e-mail : secitavi@itavi.asso.fr*

### 6 èmes Rencontres Recherches Ruminants

Paris, 1 et 2 décembre 1999

Compte rendu : Jacques Agabriel

La sixième édition des 3R a été consacrée aux thèmes suivants : économie rurale, méthodologie du développement et du conseil en élevage, alimentation et nutrition, maladies des jeunes ruminants, amélioration génétique, qualité hygiénique de la viande et du lait. Pour chaque thème, voici quelques points des travaux présentés.

#### Economie et systèmes d'élevage

*Performances techniques et résultats économiques des exploitations*

A l'heure où les primes et subventions directes aux éleveurs interviennent de plus en plus dans la composition du revenu agricole, il convient de s'interroger sur les liens existants entre performances et résultats économiques. En effet plusieurs logiques de production permettent d'obtenir des résultats économiques similaires.

*INRA Productions Animales, février 2000*

Mais, aujourd'hui, la réalité économique n'est pas seule en cause dans le choix d'un système technique. La préservation de l'environnement, la quantité de travail nécessaire sont souvent aussi déterminants et les contrats territoriaux d'exploitation traceront également bientôt de nouvelles voies de développement.

Il faut cependant ne pas se détacher complètement des faits techniques. En élevage ovin par exemple, la productivité numérique demeure un facteur essentiel de la marge par brebis, elle-même facteur déterminant du résultat d'exploitation. En élevage bovin allaitant, c'est la productivité du travail qui est devenue le facteur prépondérant de la formation du revenu. Les éleveurs se sont adaptés en s'agrandissant. L'interprétation économique des faits techniques est de plus en plus facilitée par la possibilité de modélisation des réponses de l'animal. Cette notion de loi de réponse se heurte pour l'instant à la difficulté de l'étendre à l'ensemble du fonctionnement des systèmes de production.

#### *La méthodologie du développement et du conseil*

Compte tenu du contexte actuel de l'élevage, quel conseil proposer aux éleveurs et comment le faire ? Comment toucher le maximum d'éleveurs et pas toujours les mêmes ? Le conseil prend des aspects variés : juridique, économique, technique et vétérinaire. Il se prodigue sous plusieurs formes : conseil individuel, discussions en petit groupes ou, à l'extrême, communication collective dans des actions conduites presque comme des actions publicitaires. Ces différentes démarches ont été testées au cours des dernières années.

A l'heure des contrats de qualité dans les filières et, bientôt, des contrats territoriaux d'exploitation, la volonté actuelle est d'intégrer au maximum les différentes formes de conseils pour valoriser au mieux les compétences et savoir-faire de l'éleveur. Des exemples de conseil vétérinaire intégré ou de conseil à prodiguer pour les élevages biologiques, ainsi que la situation extrême du conseil en élevage en milieu tropical, où l'on privilégie la transmission orale en utilisant des moyens "modernes" (radio, télé...) ont été présentés et discutés.

### **Alimentation - Nutrition**

#### *Rations à base de céréales*

Les céréales apportent de l'amidon dont la digestibilité est élevée. Chez les animaux à

niveau de production élevé, ces rations riches en énergie peuvent entraîner des risques d'acidose ruminale. Les sites de la digestion de l'amidon des céréales (rumen ou intestin grêle) font l'objet de recherches pour mieux maîtriser ce risque. L'amidon de blé est par exemple davantage dégradé dans le rumen que l'amidon de maïs, lui-même différant selon les variétés. Le pouvoir tampon des aliments pour maintenir le pH du rumen est donc un critère intéressant pour caractériser en partie "le risque hygiénique" des rations. Ces rations sont composées à partir de la valeur des aliments (concentré et fourrages), dont la connaissance est désormais facilitée par les nouveaux outils de prévision.

La meilleure connaissance de l'utilisation des nutriments pour maîtriser la synthèse des produits fait l'objet chaque année de plusieurs présentations et affiches. Cette année ce thème s'est focalisé sur l'effet de la nature des nutriments énergétiques sur la composition du lait.

#### *Comportement alimentaire, utilisation de l'herbe*

Au pâturage, les quantités d'herbe offerte et les espèces préférées par les animaux conditionnent l'utilisation de l'herbe. Ainsi, sans apport de concentré supplémentaire, la production laitière de vaches Holstein au pâturage en Normandie est élevée (en moyenne 22,2 l), mais varie à raison de 0,25 kg/kg de MS d'herbe offerte en plus ou en moins. La variation à l'automne est moins connue car la valeur de l'herbe n'a que rarement été appréciée à cette saison. Les ovins sont capables d'apprendre rapidement la localisation d'un aliment préféré distribué de manière agrégée dans une parcelle et de l'exploiter efficacement. Les travaux présentés sont les premiers à exposer les règles gérant la capacité exploratoire des ruminants et son application au pâturage.

#### *Composants de la ration*

La séance Alimentation s'est terminée sur la pratique d'utilisation de certains aliments (tourteau de colza) et les modalités de distribution de la ration. La taille des troupeaux augmentant, la ration se raisonne le plus souvent pour des lots ou des groupes lorsque les ressources sont collectives. La composition du groupe et le niveau de compétition à l'auge sont deux facteurs qui peuvent intervenir sur la variabilité des rations individuelles. Cette analyse, effectuée pour des vaches Charolaises, a bien mis en évidence leur capacité d'adaptation de leur comportement alimentaire (décalage et fractionnement des repas).

## Génétique

Comment intégrer dans les programmes d'amélioration génétique les connaissances acquises sur le génome des ruminants domestiques et la maîtrise des outils développés pour le décrypter ? Cette question a déjà été posée aux 3R, mais la rapidité avec laquelle les nouveautés apparaissent dans le secteur laitier nous incite à en parler chaque année. Les caractères d'intérêt économique (niveau de production, richesse du lait en matières grasses et protéiques) sont influencés par des gènes activement recherchés. Connaître ces gènes permettra de mieux sélectionner leurs formes les plus intéressantes.

Une simulation du gain génétique obtenu par ces méthodes sur des taureaux montre un effet modeste au départ par rapport à des méthodes classiques, mais qui s'amplifie au fur et à mesure que les connaissances acquises seront plus précises.

En élevage bovin viande, les outils de mesure des performances se perfectionnent également pour améliorer les programmes de sélection. La composition corporelle peut ainsi être estimée par la vitesse des ultrasons et cette méthode va être mise en œuvre à grande échelle. Mais, en troupeau allaitant, la faible utilisation de l'insémination artificielle rend plus difficile la connaissance génétique des cheptels.

*“Rencontre en direct” avec Didier Boichard, chercheur à la station de génétique quantitative et appliquée, INRA Jouy-en-Josas*

Cette année les 3R ont inauguré une nouvelle formule pour répondre aux souhaits exprimés par les participants d'accroître la place du “R” de “Rencontres” dans le programme. Les récents progrès sur la connaissance des gènes d'intérêt économique en production laitière et les implications possibles sur les schémas de sélection étaient le sujet idéal pour démarrer cette formule. Sur ce sujet important, qui n'a pu être qu'esquissé lors de la communication orale en amphithéâtre, la rencontre avec les chercheurs a permis d'approfondir le débat avec les personnes intéressées.

## Maladies des jeunes ruminants

Deux types d'affection touchent particulièrement les tout jeunes ruminants : pathologies respiratoires et gastro-entérites diarrhéiques. Pour chacune, les agents infectieux et les moyens de lutte (actions à court terme, médicales et sanitaires et actions à plus long terme) ont été répertoriés.

La connaissance des agents infectieux progresse et, avec elle, les moyens de lutte. L'exemple des cryptosporidies, responsables de diarrhées des veaux, et des nouveaux produits pour les combattre a été présenté. La prévention ne peut ensuite s'organiser qu'après la mise en évidence, la hiérarchisation, mais surtout la quantification des facteurs de risques dans les élevages selon les facteurs de production. Les risques d'occurrence de maladies périnatales sont ainsi accrus par des vêlages difficiles et des états d'engraissement excessifs au vêlage. Un exemple d'enquête faite en Vendée dans des élevages où l'incidence des maladies respiratoires est forte (20 cas pour 100 veaux) illustre la nature variée des facteurs de risques. La composition (% de primipares) et le fonctionnement du troupeau (date de vêlage) peuvent être déterminants. Le logement a cependant un rôle majeur dans ce type de pathologie.

Les enquêtes ont aussi associé occurrence des troubles de santé et coûts associés selon les systèmes de production. Les coûts sanitaires (rapportés au kg de lait) ont tendance à s'accroître avec le niveau d'intensification des élevages, mais la fréquence des troubles n'augmente pas systématiquement en parallèle. Cependant une grande variabilité s'observe autour de ces résultats.

## Qualité des produits

### Qualité hygiénique

#### Qualité de la viande

Cette session a abordé plusieurs aspects de la qualité : tendreté, traçabilité, et hygiène des viandes.

La production de bœufs Charolais est intéressante car on peut observer un effet strict et favorable du passage à l'herbe sur les caractéristiques des fibres musculaires et du collagène. Des systèmes plus courts que la pratique classique (abattage 20 vs 36 mois) sont techniquement possibles, mais ne se justifient pas encore d'un point de vue économique.

L'utilisation de l'herbe dans l'alimentation des agneaux laisse des pigments caroténoïdes dans les gras qui peuvent être utilisés comme “traceurs”. Facilement dosables à l'abattoir, ces pigments seront peut-être largement utilisés à l'avenir si cette méthode passe dans la pratique courante. De même, les équipes de recherche en génétique peuvent désormais garantir la traçabilité totale de la viande de bœuf par des méthodes de marquage moléculaire. Le déve-

loppement de la technique peut être envisagé.

La contamination microbienne des viandes est largement déterminée par les opérations d'abattage et de découpe. Les procédés de conservation interviennent ensuite sur le devenir des flores. La prévention des contaminations et les problèmes engendrés ont été abordés.

#### *Qualité du lait*

Les femelles laitières peuvent être porteuses de germes qui sont une des principales sources de contamination de leur lait. Cette contamination doit être particulièrement maîtrisée lors de la fabrication de produits au lait cru. Staphylocoques, salmonelles, listérias font l'objet d'études pour déterminer les conditions dans lesquelles leur développement est réduit et pour bien connaître les risques d'infection et de pathologie humaine. L'hygiène du lait est au centre de ce débat. La réduction des risques repose sur une démarche allant de l'étable à la table. La qualité du lait ne peut être maîtrisée que par une démarche intégrée valorisant les compétences des producteurs. Pour atteindre cet objectif, l'intérêt d'une démarche de type HACCP a été présentée en s'appuyant sur l'exemple des fromages fermiers. Cette méthode issue de l'industrie manque cependant encore de procédures adaptées.

*Les textes des communications sont réunis dans un ouvrage disponible auprès de INRA Editions et de l'Institut de l'Élevage (Technipel).*

*Ils sont également disponibles, avec ceux des années précédentes, dans un cédérom incluant un moteur de recherches.*

*Renseignements : Yves Chabert, Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12.*

*e-mail : sirdoc@inst-elevage.asso.fr*

## **8ème colloque de l'European Pineal Society Tours, 3-7 juillet 1999**

La glande pinéale, ou épiphyse, est située dans le cerveau. Descartes y avait vu le siège de l'âme humaine. Sa principale fonction est la synthèse de la mélatonine, dont la caractéristique est d'être sécrétée de manière rythmique en réponse à l'alternance des jours et des nuits.

Depuis environ trois ans, la mélatonine a fait l'objet de multiples commentaires et de campagnes publicitaires à propos de ses propriétés "miraculeuses" : ralentissement du vieillissement, action anti-dépressive, stimulation immunitaire... Toutes ces indications ne sont à l'heure actuelle que des hypothèses. Le congrès a été l'occasion de distinguer les effets réels de la mélatonine des faux espoirs qu'elle suscite et permet d'apporter des éclaircissements aux autorités sanitaires et réglementaires françaises à propos du débat qui persiste sur l'éventuelle mise en vente de cette substance, actuellement autorisée aux Etats-Unis et dans quelques autres pays.

Le congrès a abordé les différents aspects de la physiologie de la glande pinéale, depuis le contrôle de son activité par l'environnement lumineux jusqu'à ses effets physiologiques et ses applications cliniques. La mélatonine joue un rôle aujourd'hui bien établi dans la perception des saisons par l'animal et, par ailleurs, sur les rythmes circadiens (rythmes biologiques sur une période de 24 heures) de l'Homme et des animaux. C'est pourquoi on envisage une utilisation clinique chez l'Homme afin de réduire les symptômes du décalage horaire et d'agir sur certains types d'insomnie.

### **Les travaux menés par l'INRA**

L'Inra (Unité Physiologie de la reproduction des mammifères domestiques, Nouzilly) travaille plus particulièrement sur le rôle de la mélatonine dans la perception des saisons par l'animal. La mélatonine est en effet sécrétée plus longtemps pendant les nuits d'hiver que pendant les nuits d'été et cette différence de durée quotidienne de présence de mélatonine dans l'organisme informe ce dernier sur la saison. Cela a pour conséquence toute une gamme d'adaptations saisonnières : des naissances au printemps dans la plupart des espèces, l'hibernation pour certaines espèces, une accumulation de réserves avant la période hivernale pour d'autres... Ces propriétés de la mélatonine ont conduit à l'autorisation de son utilisation en élevage pour contrôler la période de reproduction des ovins.

*Renseignements et bibliographie à :*  
*<http://www.tours.inra.fr/tours/prmd/melatonine/melatonine.htm>*