

R. WOLTER

INRA-ENV
Laboratoire associé
de Physiologie sportive
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 Maisons-Alfort Cedex

Besoins vitaminiques des ruminants

La réévaluation des recommandations concernant les suppléments vitaminiques des ruminants s'impose en raison, d'une part de la progression des besoins liés à l'augmentation de la production animale, d'autre part des insuffisances accrues de l'autoapprovisionnement à partir des rations usuelles ou des synthèses ruminales.

Dans le passé, les carences apparaissaient relativement rares chez les ruminants pour la double raison que :

- les synthèses ruminales de vitamines B et K étaient largement suffisantes par rapport aux besoins, y compris pour la vitamine B12 dans la mesure d'une fourniture minimale de cobalt ; d'ailleurs, les teneurs du lait en vitamines B sont à peu près constantes, en dépit des variations plus ou moins saisonnières des apports alimentaires ;
- ces apports alimentaires sont souvent assez abondants en vitamines B et même en carotènes (provitamines A) et en vitamine E par les fourrages verts, ou en vitamine D par les foins qui complètent le bénéfice de l'ensoleillement direct des herbivores au pâturage permettant l'élaboration de vitamine D. Toutefois, on connaît depuis longtemps les risques de déficience en vitamine

A en fin d'hiver avec des rations à base de fourrages secs, racines et dérivés, exposant à des troubles d'infertilité, de mortalité, de sensibilité aux infections.

A présent, et plus encore dans l'avenir, l'évolution des techniques d'élevage et d'alimentation rend plus aléatoire le niveau des apports et parfois des synthèses ruminales, alors que les besoins et surtout les recommandations augmentent nettement avec la productivité accrue des animaux, avec le souci d'une prévention plus rigoureuse imposant de plus grandes marges de sécurité, avec la nécessité de garantir les plus hautes qualités gustatives et nutritionnelles des productions animales (lait, beurre, viande) invitant à en réhausser les teneurs vitaminiques.

Résumé

Les ruminants ont la faculté de synthétiser toutes les vitamines B et K dans leur rumen ; par ailleurs, le pâturage leur fournit en abondance des carotènes (pro-vitamines A) et de la vitamine E alors que l'ensoleillement direct ou par l'intermédiaire du foin assure un bon approvisionnement en vitamine D.

Traditionnellement, les risques de déficiences se limitaient principalement à la vitamine A en fin d'hiver. Mais à présent, l'intensification des productions animales, l'évolution des modes d'élevage et d'alimentation, les plus grandes exigences concernant la santé et la qualité des productions, imposent de prévoir des suppléments étendus relatives à l'ensemble des vitamines liposolubles et même à certaines vitamines B en tenant compte d'indications particulières telles que fertilité (A), immunité (A, E), prévention des rétentions placentaires et des myodystrophies (E et Se), des hypocalcémies puerpérales (D), de la Nécrose du cortex cérébral lors d'acidose ruminale (B1), stimulation de la microflore digestive et lutte contre la cétose (PP).

1 / Besoins et recommandations vitaminiques

Les besoins stricts sont difficiles à déterminer et sont susceptibles de varier nettement selon que l'on se réfère soit à la seule prévention des symptômes de carence, soit à l'obtention de performances zootechniques maximales, soit encore à des niveaux plus ou moins élevés de mise en réserve ou de transfert dans les produits commercialisés ; ils ne prennent pas forcément en compte les exigences supplémentaires liées aux stress divers et répétés de l'élevage (conditions climatiques défavorables, surpopulation, vaccinations, infections, parasitisme, etc.) ; ils n'expriment que des besoins apparents, compte tenu des synthèses ruminales, qui sont susceptibles d'être altérées en fonction des changements de régimes, du type de ration, sinon de trouble

pathologique ; ils conduisent à définir des niveaux de supplémentation déduits des apports alimentaires moyens mais ceux-ci apparaissent également très fluctuants dans les conditions courantes. Au total, il n'est pas surprenant que les normes de besoins, établies par le National Research Council (NRC) et rapportées au tableau 1, apparaissent sensiblement différentes de recommandations pratiques, telles que celles de l'AEC figurant au tableau 2, qui doivent comporter des marges de sécurité plus larges. Les équivalences pour les petits ruminants peuvent se déduire des valeurs retenues pour les bovins en les divisant par 5 à 7.

Par comparaison avec les précédentes récapitulations de l'INRA (1978 et 1988), il en ressort : une certaine réévaluation pour la vitamine D (de la part du NRC) et de la vitamine E.

1.1 / Les vitamines liposolubles

Les ruminants, comme tous les animaux, sont dépendants des apports alimentaires aussi bien en vitamine A et carotènes, qu'en vitamines D et E.

a / Vitamine A et β carotène

Encore dénommée vitamine de croissance ou des épithéliums, vitamine « anti-infectieuse » ou « anti-xérophtalmique », la vitamine A ou rétinol est incontestablement la plus importante pour la reproduction, la croissance, et la santé des ruminants. Les besoins sont facilement couverts, dans les conditions naturelles, par les carotènes des fourrages : à ce titre, le β carotène est le meilleur fournisseur (400 UI/mg) de vitamine A ; mais on

Tableau 1. Besoins vitaminiques (en UI par animal et par jour) (NRC 1987).

	Vitamine A	Vitamine D
Vaches laitières à l'entretien, PV = 600 kg	45 000	18 000
Vaches en fin de gestation (8 ^e -9 ^e mois)	45 000	18 000
Génisses en croissance PV = 360 kg ; GMQ = 0,7 kg	15 390	2 400
Taurillons en croissance PV = 450 kg ; GMQ = 0,9 kg	19 230	2 990
Taureaux reproducteurs à l'entretien, PV = 1 000 kg	42 310	6 590

PV = Poids Vif
GMQ = Gain Moyen Quotidien.

Tableau 2. Recommandations vitaminiques pour les bovins (d'après AEC 1987).

	Préruminants		Ruminants				
		Veaux de boucherie		Taurillons	Vaches laitières Production		
Par animal par jour	Vitamines liposolubles	Vitamine A	40 000 UI	Par animal par jour	Vitamine A	40 000 à 60 000 UI	40 000 à 80 000 UI
		Vitamine D ₃	4 000 UI		Vitamine D ₃	3 000 à 9 000 UI	2 000 à 4 000 UI
		Vitamine E	50 mg		Vitamine E	60 à 90 mg	25 à 50 mg
Par kg de ration	Vitamines hydrosolubles (mg)	Vitamine K ₃	2	Vitamine PP (Niacine)	X	6 à 8 g	
		Vitamine B ₁	2,5				
		Vitamine B ₂	6				
		Vitamine B ₃	15				
		Vitamine B ₆	3				
		Vitamine B ₁₂	0,04				
	Vitamine PP (Niacine)	25					

lui suppose aussi des propriétés propres concernant la reproduction et l'immunité.

β carotène et reproduction

Entre 1975 et 1978, Lotthammer a montré que le β carotène influence la fertilité et la fécondité des génisses et des vaches. Les signes observés sur des animaux recevant une ration hivernale déficiente en carotène étaient :

- chaleur faibles et prolongées,
- ovulation retardée (+ 24 h),
- baisse du taux de fécondation.

Les régimes hivernaux à base d'ensilage de maïs, céréales, tourteaux, pulpes de betteraves sont carencés en β carotène. Une supplémentation en ce dernier avait donc été préconisée. Cependant, en 1979, Folman *et al* en Israël travaillant dans des conditions identiques à celles de Lotthammer n'ont pas confirmé ces résultats.

Aux USA, Burdas *et al* (1982), Bremel *et al* (1982) comme Christensen (1984), n'ont pas démontré clairement une amélioration de la fertilité à la suite d'un apport de β carotène.

En 1987, au Canada, Tekpetey *et al* ont étudié dans deux groupes de vaches Holstein les variations saisonnières des teneurs de leur sérum en β carotène et en vitamine A (en hiver, été et en automne). Ils en concluent que même s'il existe des fluctuations dans les teneurs du sérum en β carotène et en vitamine A, ces teneurs sont demeurées généralement adéquates durant la période d'essai ; elles n'ont pas influencé le rendement de reproduction.

Le débat reste donc ouvert mais la supplémentation en β carotène ne peut être encore systématiquement recommandée. Les essais devraient être renouvelés en s'attachant bien à fournir aux lots témoins un apport de vitamine A équivalant à la supplémentation en β carotène des lots expérimentaux.

β carotène et mammites

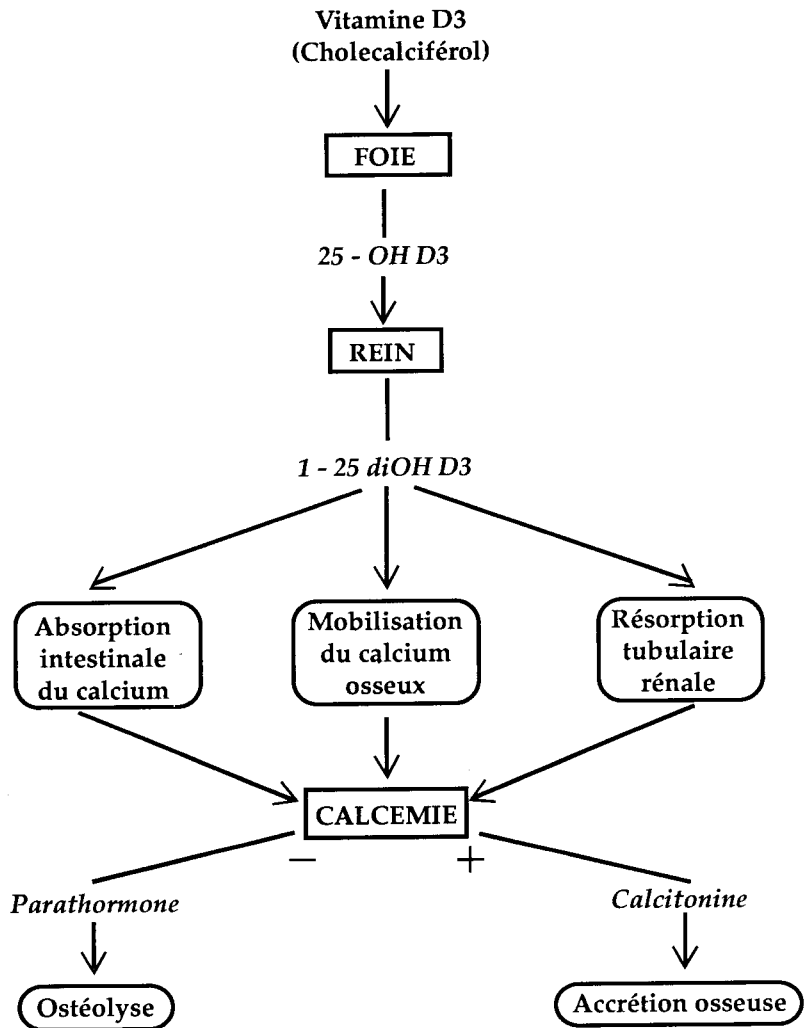
En 1983, Chew *et al* (USA) ont mis en évidence que l'administration de doses accrues de vitamines A et de β carotène diminue la fréquence des mammites chez la vache laitière (53 000 UI vitamine A + 300 mg de β carotène soit l'équivalent de 173 000 UI de vitamine A (par animal et par jour).

b / Les vitamines D

Les vitamines D dérivent de l'irradiation ultraviolette des stérols, au niveau de la peau chez les animaux (D_3 = cholecalciférol) ou dans les végétaux surtout après le fanage (D_2 = Ergocalciférol). Les deux formes (D_2 ou D_3) ont le même potentiel chez les ruminants.

Ce facteur vitaminique a pour premier rôle d'améliorer le bilan calcique en favorisant la résorption intestinale du calcium, l'accrétion osseuse et la réabsorption tubulaire rénale. Ainsi, il contribue avec la parathormone et la calcitonine au maintien de la calcémie, comme le montre la figure 1. Celle fait apparaître que la pleine efficacité des apports alimentaires de vitamines D requiert une bonne intégrité :

Figure 1. Vitamines D et régulation de la calcémie.



Le rôle principal des vitamines D est de maintenir la calcémie grâce à l'amélioration de l'absorption intestinale du calcium, à une moindre excrétion urinaire et, au besoin, à une plus forte mobilisation osseuse.

- de l'intestin qui assure la résorption du calcium et de la vitamine D elle-même ;
- du foie qui conditionne grandement la digestion de la vitamine D (grâce à l'émulsification des lipides par la bile), par sa première hydroxylation ;
- du rein dont dépend totalement la deuxième hydroxylation de la vitamine D en 1-25 dihydroxycholecalciférol.

Il faut aussi remarquer que le magnésium, en renforçant l'absorption intestinale du calcium et en activant l'hydroxylation rénale, participe au maintien de la calcémie et donc à la prévention de l'hypocalcémie puerpérale.

Prévention de l'hypocalcémie puerpérale

Les apports renforcés de vitamine D restent recommandés avant le vêlage (en association avec une réduction des apports calciques pour obtenir un rapport Ca/P pour le mieux compris entre 1 et 2) en vue de prévenir l'hypocalcémie

Afin de faciliter la mobilisation du calcium osseux au début de la lactation, il faut, avant le vêlage, augmenter les apports de vitamines D et réduire les apports de calcium.

puerpérale de la vache (« Fièvre de lait »). Pour cela on conseille, soit des suppléments jusqu'à 80 000 UI/kg d'aliment complémentaire, soit des injections de 5 à 10 millions d'UI qui doivent intervenir au plus 8 jours et au moins 2 jours avant le vêlage, en se souvenant qu'à défaut de bien prévoir la date de celui-ci, le renouvellement des injections expose à des accidents d'hypervitaminose aiguë. Bien entendu, il serait préférable de pouvoir disposer directement de dérivés hydroxylés du cholécalférol ou du tachystérol qui ont le grand mérite d'être actifs rapidement et à faible dose.

Hypervitaminoses D

Il faut particulièrement craindre les hypervitaminoses D. Celles-ci, pour des doses chroniques atteignant 50 à 100 fois les besoins, sont responsables d'une grave déminéralisation osseuse correspondant à une « ostéofibrose » ; elles s'accompagnent d'hypercalcémie prédisposant, à très hautes doses, à des urolithiases ou à des calcifications aberrantes (« calcinose ») des tissus mous, particulièrement des valvules cardiaques et des gros vaisseaux (aorte en tuyau de pipe), des poumons et des reins, avec des insuffisances cardiaques, respiratoires et rénales qui conduisent à une forte perte de l'état général et à la mort.

Un risque naturel existe encore avec la consommation régulière de certaines plantes spontanément riches en dérivés actifs de la vitamine D, telles que l'avoine jaune (*Trisetum flavescens*) en Allemagne et en Autriche, comme lors de l'intoxication par certaines solanacées telles que la Douce-amère (*Solanum malacoxylon*) en Amérique Latine ou par *Cestrum diurnum* en Floride.

c / La vitamine E (α tocophérol)

La vitamine E est le principal antioxydant biologique ; elle protège ainsi tous les nutriments oxydables, en particulier la vitamine A et les acides gras insaturés ; elle s'oppose surtout à l'oxydation des acides gras polyinsaturés qui sont des constituants majeurs des membranes cellulaires et subcellulaires ; elle prévient donc des dégénérescences organiques étendues qui affectent d'abord les muscles chez les ruminants. Comme le sélénium entre dans la composition de la glutathion peroxydase qui détruit les peroxydes formés, il a un rôle très synergique de la vitamine E ; et les carences de l'un et l'autre aboutissent pratiquement aux mêmes symptômes : myopathies, rétentions placentaires, voire baisse de l'immunité.

Les affections les plus fréquentes imputables aux carences en sélénium et/ou vitamine E sont surtout les myopathies nutritionnelles :

- maladies du muscle blanc (veaux),
- maladie des jeunes bovins d'élevage lors de la mise à l'herbe à 1 an (l'activité physique jouant le rôle de révélateur),
- myoglobulinémie paralytique des jeunes bovins à l'engrais.

Chez les vaches en fin de gestation, l'influence favorable de la vitamine E et du sélénium sur la rétention placentaire a été notée pour la première fois par Trinder (1973) et confirmée par Julien et

al (1978), puis par Harrison J.H. et al (1984), mais le rôle majeur serait joué par le sélénium.

La vitamine E, avec le sélénium, exercerait un effet positif sur les défenses immunitaires notamment lors de l'emploi de doses pharmacologiques (150 à 300 mg/kg d'aliment). Elle augmente la production d'anticorps (immunoglobulines G, mais aussi IgM) et la phagocytose : elle activerait les oxydations cellulaires entraînant une stimulation du système réticuloendothélial (SRE) qui profiterait à la synthèse d'anticorps et à la phagocytose (Tengerdy 1980, Ballarini 1981).

Ainsi, Smith et al (1984 et 1985) démontrent que l'apport journalier de 2 mg de tocophérol et 2 μ g de sélénium par kg de poids (correspondant très approximativement à 80 mg de vitamine E et 0,1 mg de sélénium par kg de ration) pendant les 2 mois de tarissement et la période de lactation permet d'abaisser le taux des mammites cliniques de 42 % au vêlage et 32 % durant la lactation entière, tout en réduisant de 40 à 50 % la durée des infections à staphylocoques ou à colibacilles. Ivandija (1986) confirme l'efficacité de cette prévention contre les mammites.

Il convient aussi de mentionner que certaines matières premières riches en lipides insaturés et la conservation par ensilage qui tend à détruire la vitamine E, notamment dans le maïs grain humide, accroissent les besoins en vitamine E.

1.2 / Les vitamines hydrosolubles

Alors que longtemps, on a admis une autosupplémentation plus que suffisante du ruminant grâce aux synthèses de sa microflore digestive, il faut constater l'apparition de besoins concernant à présent les vitamines B₁ et PP.

a / Vitamine B₁ (Thiamine) et nécrose du cortex cérébral

Les besoins apparents augmentent en fonction des nouvelles conditions techniques de production et d'alimentation. Voici quelques exemples : - la mise en lot des jeunes bovins de boucherie, durant les 4 premières semaines d'adaptation, constitue un stress qui peut modifier leurs besoins apparents en vitamine B₁ par perturbation de la flore et/ou par progression de l'utilisation métabolique.

- l'administration de rations très concentrées à base d'ensilage de maïs ou de grains peut provoquer une diminution du pH ruminal, qui entrave la synthèse de vitamine B₁ ou suscite la production de thiaminases ou d'antagonistes de la thiamine (notamment dérivés de la niacine) (INRA, 1978 et 1988).

- le traitement abusif des pulpes de betteraves destinées au surpressage, par des sulfates (d'aluminium ou de calcium) ou même par l'acide sulfurique, entraîne une exagération de la production ruminale de sulfites qui ont directement des propriétés destructrices de la thiamine.

Toutes ces nouvelles conditions exposent à des carences induisant l'apparition de la nécrose du cortex cérébral ou polyencéphalomalacie des ruminants.

Des carences en vitamines B peuvent apparaître lorsque les rations alimentaires perturbent la flore ruminale : ensilage de maïs (baisse du pH), pulpes de betteraves surpressées (excès de sulfates).

b / La niacine (acide nicotinique ou vitamine PP)

C'est l'exemple même de la vitamine dont les besoins sont à réévaluer en fonction des récents développements de l'intensification laitière et des modes d'alimentation (figure 2).

A ce propos, Chemillier (1987) conseille de commencer les suppléments 2 semaines avant vêlage et de les poursuivre 10 semaines après celui-ci.

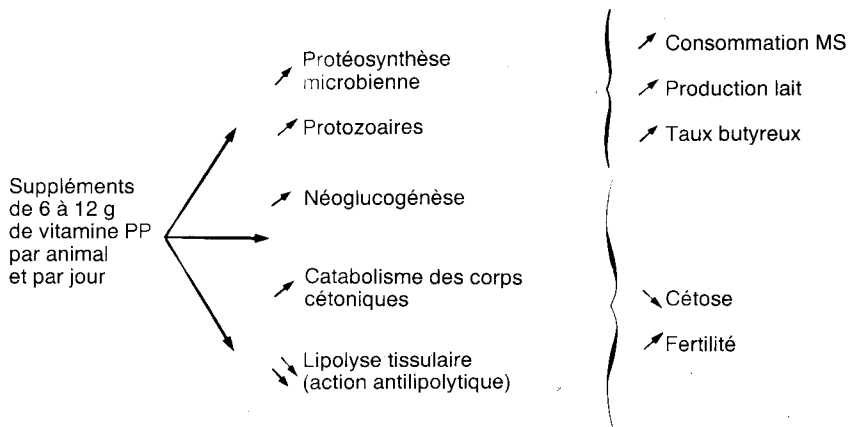
Cunha (1982) d'après les différentes études publiées sur la supplémentation en niacine, estime que celle-ci réhausse tout à la fois :

- la production du lait, des matières grasses, des matières protéiques,
- la consommation volontaire et l'efficacité alimentaire,
- la persistance laitière et la résistance à l'acétonémie.

D'après Aseltine (1987) la niacine accélérerait le métabolisme de la microflore du rumen, en bénéficiant spécialement aux protozoaires.

Nous avons là une des voies nouvelles pour améliorer l'activité de la microflore ruminale, donc l'efficacité alimentaire et les performances zootechniques. Au-delà de la thiamine et de la

Figure 2 Effets de fortes supplémentations en niacine chez les vaches laitières à haute production.



niacine il est vraisemblable que l'augmentation continue de la productivité des ruminants fera apparaître davantage les limites quantitatives des synthèses vitaminiques ruminales et entraînera l'émergence de besoins apparents en d'autres vitamines B telles que riboflavine, acide pantothénique...

Tableau 3. Teneurs vitaminiques de quelques aliments (en UI/kg de MS).

	Vitamine A	Vitamine D	Vitamine E
Fourrages verts			
Graminées	25 000	30	17
Foins			
Prairie naturelle (frais)	6 000	600	10
Prairie naturelle (stocké)	1 500	-	-
Ray grass italien	116 000	2 000	-
Ray grass annuel	48 000	-	211
Luzerne	46 000	600	11
Ensilages			
Maïs	6 000	300	-
Seigle	23 000	-	-
Sorgho	14 000	-	-
Pailles			
Avoine	1 000	700	-
Blé	1 000	700	-
Céréales (grains)			
Orge	1 000	-	25
Maïs	1 000	-	25
Sorgho	-	-	12
Blé	-	-	17
Avoine	-	-	15
Issues de meunerie			
Son de blé	1 000	-	21
Son de riz	-	-	66
Tourteaux			
Soja	-	-	7
Tournesol expeller (décortiqué)	-	-	12
Coton expeller (41 % protéines)	-	-	35

Tableau 4. Variations de la concentration en β carotène selon 4 facteurs essentiels.

Espèce végétale	Légumineuses	+++
	Graminées	+++
	Tourteaux	---
	Céréales	---
	Pulpes	---
Conditions climatiques	Hiver	↗ ↘
	Printemps (chaud et pluvieux)	
Stade d'exploitation ou de récolte	Graminées	++ (Prairies exploitées rationnellement)
	Légumineuses	-- (Sécheresse estivale)
	Maïs	-- (stockage en silo)
Technique de récolte de conservation	Fanage	---
	Ensilage	+-
	Déshydratation	+++

2 / Les apports pratiques en vitamines

Les vitamines apportées aux bovins proviennent soit de sources naturelles (au pâturage, en stabulation), soit de sources industrielles : vitamines de synthèse incorporées dans un complément minéral vitaminé (C M V).

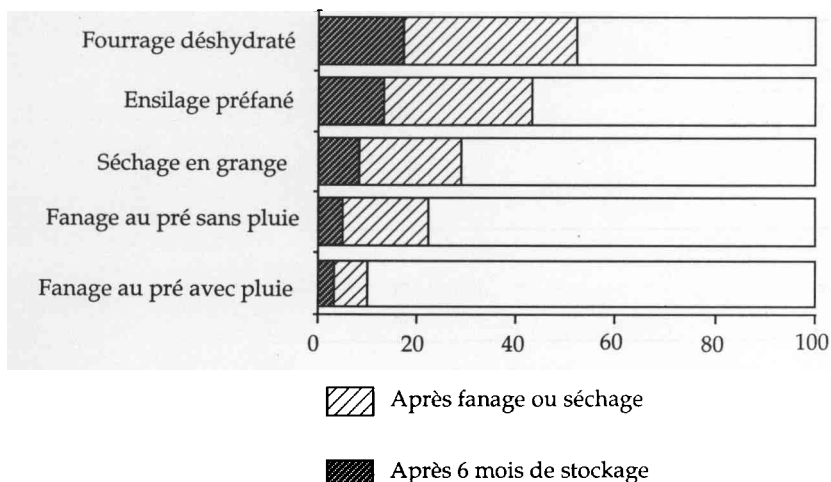
2.1 / Les sources naturelles de vitamines et leurs variations

Le tableau 3 récapitule les teneurs vitaminiques moyennes des principaux fourrages, grains, tourteaux.

a / Le carotène

Comme le montre le tableau 4, la concentration en β carotène varie selon 4 facteurs essentiels : l'espèce végétale, les conditions climatiques, le stade d'exploitation ou de récolte et les techniques de récolte et de conservation.

Figure 3. Disponibilité relative (%) du carotène par rapport à sa concentration initiale dans les fourrages (INRA 1988).



La disparition des carotènes (de couleur orangée) et de la vitamine E est assez parallèle à celle de la chlorophylle (verte) et se trouve bien traduite par le jaunissement des fourrages sur pied ou après la coupe : la figure 3 indique l'évolution de la richesse des fourrages en carotènes. L'ensilage assure une bonne préservation des carotènes, en rapport avec le maintien de la couleur verte du fourrage, bien que les nitrates et l'urée aient un effet néfaste ; toutefois, la faible teneur initiale du maïs-fourrage sera encore amoindrie par la conservation en silo, surtout en présence d'urée et rend obligatoire une supplémentation systématique. Par rapport au foin qui continue de s'oxyder en fenil et parvient très démuné en fin d'hiver, la déshydratation industrielle à l'avantage de beaucoup mieux préserver les vitamines A et E, mais elle maintient aussi le déficit en vitamine D, qui peut être aggravé par l'excès de carotènes.

b / La vitamine D

Il existe une opposition entre les évolutions des teneurs respectives en β carotène et vitamine D₂. Celle-ci augmente quelque peu avec la maturité des fourrages ; elle est considérablement renforcée au cours du préfanage (ensilage) ou surtout du fanage sous l'influence des rayons ultraviolets, alors que parallèlement, la teneur en carotène régresse par oxydation.

c / La vitamine E

La teneur en vitamine E évolue parallèlement à celle du carotène. Les apports sont abondants par l'herbe verte et même par les farines de luzerne, beaucoup plus que par les foins, les céréales ou les tourteaux. L'acidité des ensilages contribuerait à la destruction de cette vitamine.

2.2 / Les suppléments nécessaires

Les performances élevées qu'exige maintenant et encore plus dans l'avenir la rentabilité des élevages, ne peuvent être garanties par les seules quantités de vitamines contenues dans les ali-

Tableau 5. Exemple de complémentation vitaminique pour une ration à base d'ensilage de maïs et de tourteau de soja chez les jeunes bovins (d'après Meissonnier 1981)

Catégories de bovins laitiers	Période d'élevage	Apport de CMV par jour	Apports vitaminiques en UI/j		
			A	D ₃	E
Génisses Taurillons	du sevrage à 6 mois	80 g	40 000	10 000	60
Génisses Taurillons précoces	de 6 mois à 18 mois	120 g	60 000	15 000	90
Génisses en fin de gestation Taurillons tardifs en finition	après 18 mois	160 g	80 000	20 000	120

CMV de type 8.18 contenant par 100 kg : 50 millions UI de vitamine A ; 12 millions UI de vitamine D et 75 g de vitamine E.

ments ou élaborées par la microflore digestive. Des suppléments sont donc nécessaires, notamment sous forme de CMV (comme le montrent les tableaux 5 et 6), généralement en stabulation et même au pâturage pour les animaux à haute production et en été lors de sécheresse. Toutefois, puisqu'il suffit le plus souvent de ne considérer que les vitamines liposolubles, comme celles-ci sont bien stockées notamment dans le foie, les apports alimentaires ont un effet rémanent qui se prolonge sur près de 2 mois ; pour cela, il faut une bonne intégrité hépatique (absence de distomatose, de cétose, d'intoxications) mais aussi une fourniture satisfaisante de zinc dont les besoins augmentent avec les surcharges en calcium (luzerne, pulpes de betterave) et qui conditionne la sortie de la vitamine A à partir du foie. Cette même faculté de mise en réserve des vitamines liposolubles permet, en cas de

nécessité (élevage extensif, correction urgente, surcharges ponctuelles), de pratiquer des suppléments massives épisodiques par voie buccale (aliment ou eau de boisson), voire intramusculaire.

En outre, rappelons quelques indications particulières de suppléments occasionnelles mais massives dont il convient de bien contrôler les justifications zootechniques, sanitaires et techniques :

- pour améliorer la fertilité ou l'immunité : 250 à 300 mg de β carotène par vache et par jour ;
- pour prévenir les hypocalcémies puerpérales : 80 000 UI de vitamine D par kg d'aliment complémentaire ou injections de 5 à 10 millions d'unités, parallèlement à la réduction des apports calciques (≤ 100 g/animal/j), pour un rapport phosphocalcique optimum de l'ordre de 1,5. Cepen-

Tableau 6. Exemple de complémentation vitaminique de rations de base pour vaches laitières par le CMV (d'après Meissonnier 1981)

Ration de base	Type de CMV		Apports vitaminiques en millions UI ou en g/100 kg		
	Formule (P-Ca)	Quantité/j	A	D ₃	E
Ensilage de maïs	8-16	200 g	40 (1)	12	40
Ensilage de maïs + foin de graminées	8-16	200 g	35 (1)	10	20
Ensilage de maïs + foin de prairie naturelle + betterave	15-10	100 g	50 (1)	16	20
Ensilage de maïs + choux ou colza (en vert)	14-14	100 g	30 (1)	15	10
Foin de prairie naturelle + betterave + choux	16-8	100 g	30	7	10
Ensilage d'herbe + foin	14-14	150 g	25 (2)	10	15
Ensilage d'herbe	8-16	200 g	30 (2)	15	15
Foin + pulpe de betterave	15-10	150 g	30	10	10
Herbe pâturée - prairie naturelle - ray-grass anglais ou italien	14-14	100 g	20	10	-
	8-18	200 g	10	5	-

(1) Majorer de 20 % si le maïs est récolté tardivement (> 32 % MS) ou après gelée.

(2) Majorer de 20 % si l'ensilage a été préfané.

Les teneurs en carotènes et vitamine E diminuent au cours de la conservation des fourrages. Les apports devront donc être plus élevés à base d'ensilage et, surtout, de foin.

dant, de plus en plus de « fausses fièvres de lait » correspondent au « syndrome de la vache rampante » avec dégénérescence hépatique mettant en cause des erreurs étendues du rationnement ;

- pour éviter les myodystrophies, les rétentions placentaires et pour renforcer l'immunité (avec le zinc et la vitamine A) : jusque 500 à 1000 mg de vitamine E par UGB et par jour, en association avec le sélénium ;

- pour contrecarrer les risques de « nécrose du cortex cérébral » avec des rations très intensives : 0,1 à 0,5 g de thiamine/UGB/j ;

- pour stimuler la microflore ruminale chez tous les ruminants à très haute production et pour écarter l'éventualité de cétose chez les vaches laitières : jusque 6 à 12 g de niacine/UGB/j.

En conclusion, il apparaît que les vitamines, bien qu'elles interviennent à faibles doses, jouent un rôle essentiel pour répondre aux exigences de santé, de fécondité et de productivité des ruminants.

Les quantités de vitamines contenues dans les aliments ou synthétisées par les bactéries du tube digestif ne peuvent satisfaire systématiquement ces exigences.

En effet, au fur et à mesure que s'intensifient les productions végétales et animales, que se simplifient les régimes et que disparaissent les possibilités d'autocomplémentations, les suppléments vitaminiques des ruminants doivent devenir plus réguliers et plus larges, en s'étendant même aux vitamines du complexe B.

Références bibliographiques

- A.E.C., 1987 - Recommandations vitaminiques pour les bovins.
- ASELTINE M.S., 1987 - Niacine boosts milk protein in cows fed whole cotton-seed. *Feedstuffs*, 59 (12), 13.
- BALLARINI G., 1981 - Conférence présentée à la Journée de Vitaminologie (nutrition animale). F. Hoffmann La Roche et Cie. Paris.
- BINDAS E.M., AIELLO R.J., LAZSETHI D.L., GWAZDAVSKAS F.C., HERBEIN J.H., POLAN C.E., 1982 - Effects of β carotene supplementation on reproduction and metabolic parameters in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 65 (supplément 1), 212.
- BREMEL D.H., HEMKEN R.W., HEERSCHER G., EDGERTON L.A. and OLDS D., 1982 - Effects of β carotene on metabolic and reproduction parameters in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 65 (supplément 1), 178.
- CHEMILLIER J., 1986 - Effets positifs de la niacine en début de lactation. *Prod. Lait. Moderne*, 147, 61-64.
- CHEW B.P., HOLLEN L.L., HILLERS J.K. and HERLUGSON M.L., 1982 - Relationship between vit. A. and β carotene in blood plasma and milk and Mastitis in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 65, 2111-2118.
- CHRISTENSEN D., 1984 - Effects of β carotene on reproduction. *Feedstuffs*, 56 (26), 16-18.
- CUNHA J.T., 1982 - Niacin's role in animal feeds should be re-evaluated. *Feedstuffs*, 54 (25), 20-22.
- FOLMAN Y., ASCARELLI I., HERZ Z., ROSENBERG M., DAVIDSON M., HALEVI A., 1982 - Fertility of dairy heifers given a commercial diet free of β carotene. *Br. J. Nutr.*, 41 (2), 353-359.
- HARRISON J.H., HANCOCK D.D., CONRAD H.R., 1984 - Vitamin E and Selenium for reproduction of the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 67, 123-132.
- INRA, 1978 - Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications - Versailles, 597 p.
- INRA, 1988 - Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. JARRIGE. Ed. INRA Publications - Versailles, 465 p.
- IVANDIJA L., 1986 - Effect of vitamin E and Selenium administration on the occurrence and duration of clinical bovine mastitis. *Vet. Bull.*, 56, p 557.
- JULIEN W.E., CONRAD G.R., MOXON A.L., 1976 - Selenium and Vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 59, 1960-1962.
- LOTTHAMMER K.H., COOKE B.C., FRIESECKE H., 1978 - Importance of β carotene for bovine fertility. Roche informations service.
- MEISSONNIER E., 1981 - L'approvisionnement vitaminique des bovins laitiers. Hoffmann La Roche et Cie. Ed. 39 p.
- NRC-National Research Council, 1987 - Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington D.C.
- SMITH K.L., HARRISON J.H., HANCOCK D.D., TODHUNTER D.A., CONRAD H.R., 1984 - Effect of vitamin E and selenium supplementation on incidence of clinical mastitis and duration of clinical symptoms. *J. Dairy Sci.*, 67, 1293-1300.
- SMITH K.L., CONRAD H.R., AMIET B.A., TODHUNTER D.A., 1985 - Incidence of environmental mastitis as influenced by dietary vitamin E and selenium. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 37 (4), 482-486.
- TEKPETEY F.R., PALMER W.M. and INGALLS J.R., 1987 - Seasonal variation in serum β carotene and vitamin A and their association with post partum reproductive performance of Holstein cows. *Can. J. Animal Sci.*, 67, 491-500.
- TENGERDY R.P., 1980 - Effect of vitamin E on immun response. In Machlin L.J. (Ed.) : vitamin E : a comprehensive treatise M. Dekker New-York - Basel (1980).
- TRINDER N., HALL R.J., RENTON C.P., 1973 - The relationship between the intake of selenium and vitamin E on the incidence on retained placentae in dairy cows. *Vet. Rec.*, 93, 641-644.

R. WOLTER. Essential vitamins in ruminants.

Ruminants are able to synthesise all the B vitamins and vitamin K in their rumen. Pasture land provides them with an abundance of carotenes (pro-vitamin A) and vitamin E, whereas direct sun contact, or indirect contact from hay, assures a good supply of vitamin D.

Traditionnally, the risk of deficiency is limited principally to vitamin A at the end of winter. At present, however, intensified methods of animal production together with the evolution of feeding and raising methods and the greater demand for health and quality of products impose extensive supplement additions. These include all the liposoluble vitamins and even certain B vitamins. These take into consideration certain indications such as fertility (A), immunity (A and E), prevention of placenta retention and myodystrophies (E and selenium), puerperale hypocalcaemiaes (D), necrosis of the cerebral cortex (polyencephalomalacia) when ruminal acidosis occurs (B1) and stimulation of the digestive microflora and the combat against ketose (PP).

WOLTER R., 1988. Besoins vitaminiques des ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 1 (5), 311-318.