

Influence de l'alimentation et du mode d'élevage sur les teneurs en vitamine B12 de la viande bovine et ovine

I. ORTIGUES-MARTY (1), D. MICOL (1), S. PRACHE (1), D. DOZIAS (2), C.L. GIRARD (3)

(1) Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA, Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

(2) Domaine Expérimental INRA du Pin-au-Haras, 61310 Le Pin-au-Haras

(3) Centre de Recherche et de Développement sur le Bovin Laitier et le Porc, Agriculture et Alimentaire Canada, 2000 Route 108 est, C.P. 90, Lennoxville, Québec, Canada

RESUME - Une caractéristique nutritionnelle importante de la viande de ruminants est sa teneur élevée en vitamine B12. La variabilité de cette teneur n'est pas connue. Trois études ont été réalisées pour tester l'influence de l'espèce animale (2 études sur bœufs Charolais abattus à 30-32 mois, n = 24 et n = 30 et une troisième sur agneaux abattus à 4,5 mois, n = 21), de la nature du régime (herbe vs régimes à base d'ensilage de maïs, de luzerne ou de concentré) et de l'exercice physique (avec ou sans déplacement) sur les teneurs en vitamine B12 de différents types de muscles (plutôt oxydatif (*Rectus Abdominis*, RA), intermédiaire (*Longissimus Dorsi*, LD) ou glycolytique (*Semi Tendinosus*, ST)) et du foie. Les animaux ont été supplémentés en minéraux et oligo-éléments selon les pratiques usuelles françaises qui visent théoriquement à éviter tout risque de carence. De ce fait, les apports en cobalt nécessaire à la synthèse ruminale de la vitamine B12, pouvaient différer entre traitements. Les résultats indiquent que : 1) les apports de cobalt variaient fortement entre traitements, allant d'apports (sub-)carencés à pléthoriques, influençant les teneurs en vitamine B12 du foie et des muscles (uniquement en cas de carence), 2) les effets des traitements alimentaires ou de l'exercice physique étaient liés essentiellement aux apports de cobalt, 3) le muscle de type oxydatif (RA) présente des teneurs doubles de celles du muscles de type glycolytique (ST) (10,8 vs 5,0 ng / g) et 4) les teneurs en vitamine B12 des muscles crus sont inférieures à celles indiquées dans les tables de composition des aliments pour l'homme pour de la viande cuite (0,5 à 1 vs 2 à 3 µg / 100 g).

Influence of feeding and management practices on vitamin B12 contents in bovine and ovine meat

I. ORTIGUES-MARTY (1), D. MICOL (1), S. PRACHE (1), D. DOZIAS (2), C.L. GIRARD (3)

(1) Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA, Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

SUMMARY - An important nutritional characteristic of ruminant meat is its high content in vitamin B12. The variability of these contents is not known. Three studies were set up in order to test the influence of animal species (2 studies on Charolais steers slaughtered at 30-32 months of age, n = 24 and n = 30 and a third one on lambs slaughtered at 4.5 months of age, n = 21), the nature of the diet (grass vs corn silage, lucerne or concentrate diets) and physical activity (without or with walking) on vitamin B12 contents of different muscle types (rather oxidative (*Rectus Abdominis*, RA), intermediate (*Longissimus Dorsi*, LD), or glycolytic (*Semi Tendinosus*, ST)) and of the liver. The animals were supplemented in minerals according to usual feeding practices in France in order to theoretically avoid any risk of deficiency. For this reason, cobalt allowances, which are necessary for the ruminal synthesis of vitamin B12, could differ among treatments. The results indicate that the following : 1) cobalt allowances varied widely among treatments, from (sub-)deficient to plethoric allowances, influencing vitamin B12 contents of the liver, and muscles (only in case of deficiency), 2) the effects of dietary treatments or of physical exercise were essentially related to cobalt allowances, 3) the oxidative type muscle (RA) showed contents which were double those in glycolytic type muscle (RA 10.8 vs ST 5.0 ng / g) and 4) vitamin B12 contents of raw muscles were lower than the values indicated in tables of feed composition for humans for cooked meat (0.5 to 1 vs 2 to 3 µg / 100 g).

INTRODUCTION

Une caractéristique nutritionnelle importante de la viande de ruminants est sa teneur élevée en vitamines du groupe B et en particulier en vitamine B12 (Geay *et al.*, 2001). La vitamine B12 est d'origine strictement microbienne. Chez les ruminants, elle est synthétisée dans le rumen, absorbée puis stockée dans le foie (à 60 % environ) et dans les muscles (Le Grusse et Watier, 1993). Les produits de ruminants constituent donc les principales sources alimentaires naturelles de vitamine B12 pour l'homme (Favier *et al.*, 1995). Une diminution de consommation de produits de ruminants, notamment de viande, accroît les risques de carence chez l'homme et donc d'anémie mégalo-blastique et de maladies neurologiques (Krajcovicova-Kudlackova *et al.*, 2000).

L'influence des facteurs d'élevage sur les teneurs en vitamine B12 de la viande de ruminants n'est pas connue. La

synthèse ruminale de vitamine B12 dépend des apports de cobalt (Tressol, 1978) et de la composition du régime (Walker et Elliott, 1972). Il a été supposé que les besoins tissulaires en vitamine B12 dépendaient de l'intensité de la néoglucogénèse hépatique à partir de propionate (Elliott, 1980) et de l'intensité de stress oxydants (Hermann *et al.*, 2001) provenant notamment de l'activité physique (déplacements) au pâturage.

Les objectifs de cette étude étaient de déterminer l'influence de l'alimentation et de l'activité physique sur les teneurs en vitamine B12 de différents types de muscle (d'un métabolisme plus oxydatif (*Rectus Abdominis*, RA), intermédiaire (*Longissimus Dorsi*, LD) ou plus glycolytique (*Semi Tendinosus*, ST)) et du foie chez des ruminants (bovins et ovins) élevés et engraisés selon les pratiques d'élevage habituellement employées en France.

1. MATERIEL ET METHODES

Trois études ont été réalisées pour tester l'influence de l'espèce animale (2 études sur bovins et 1 étude sur ovins), de la nature du régime (herbe vs ensilage de maïs, vs luzerne ou vs concentré) et de l'exercice physique (avec ou sans déplacement).

1.1. ANIMAUX ET TRAITEMENTS

1.1.1. Etude n°1 : Comparaison de régimes à base d'herbe ou d'ensilage de maïs chez des bovins

Vingt-quatre bouvillons Charolais d'un an ont été répartis en 3 lots 1) Herbe Pâturage, 2) Herbe Auge et 3) Ensilage de Maïs Auge et conduits expérimentalement pendant 2 ans. Durant les saisons hivernales, les animaux à l'herbe ont reçu 85 % d'ensilage de *ray-grass*, 12 % de foin et 3 % de concentré. Durant les saisons de pâturage, ces mêmes animaux étaient soit sur un pâturage tournant de *ray-grass* (lot Herbe Pâturage), soit alimentés à l'auge avec ce même fourrage vert récolté quotidiennement (lot Herbe Auge). Les animaux du lot Ensilage de Maïs Auge ont reçu un régime composé en moyenne de 66 % d'ensilage de maïs, de 22 % de paille de blé et de 12 % de tourteau de colza pendant toute la durée de l'expérience. La supplémentation minérale était de 100 g par jour avec 10 mg cobalt / kg à l'auge et nulle au pâturage. Les rations ont été ajustées afin de conduire les animaux à même gain de poids vif. Les boeufs ont été abattus à la fin de la deuxième saison de pâturage, à même âge final (30-32 mois) et au même poids vif final. Des échantillons de muscles (*Rectus Abdominis* (RA), *Semi Tendinosus* (ST)) et de foie ont été prélevés à l'abattage et congelés à -80°C.

1.1.2. Etude n°2 : Comparaison de régimes à base d'herbe ou d'ensilage de maïs et influence de l'exercice physique chez des bovins

Trente bouvillons Charolais d'un an ont été répartis en 5 lots 1) Herbe Pâturage, 2) Herbe Auge Sans Déplacement forcé, 3) Herbe Auge Avec Déplacement forcé, 4) Ensilage de Maïs Auge Sans Déplacement forcé et 5) Ensilage de Maïs Auge Avec Déplacement forcé. Le déplacement forcé n'a été appliqué qu'en dernière saison de pâturage, à hauteur de 2 marches journalières de 30 min chacune, 5 jours par semaine. Une heure de déplacement par jour correspond à l'augmentation de temps passé à marcher observée en moyenne sur pâturage tournant par rapport à une alimentation à l'auge (D. Dozias, non publié). Les animaux ont été conduits expérimentalement pendant 2 ans comme dans l'étude n°1. L'alimentation (y compris minérale) et les prélèvements étaient semblables à ceux de l'étude n°1.

1.1.3. Etude n°3 : Comparaison de régimes à base d'herbe, de luzerne déshydratée ou de concentré chez des ovins

Vingt et un agneaux INRA 401 ont été répartis, après sevrage à 11 semaines, selon 3 traitements 1) Herbe Pâturage, 2) Luzerne Déshydratée et 3) Concentré. Au pâturage, les agneaux ont été conduits avec leur mère sur pâturage tournant. Une supplémentation minérale était assurée grâce à une pierre à lécher (90 mg Co / kg). Les

agneaux des lots Luzerne Déshydratée et Concentré ont aussi reçus de la paille *ad libitum*. Aucune supplémentation minérale n'a été apportée avec la luzerne alors que le concentré était enrichi en minéraux. Les rations ont été ajustées pour obtenir des gains de poids vifs vides identiques entre lots. Les agneaux ont été abattus début août à un âge moyen de 4,5 mois, à 35 kg pour les lots Luzerne Déshydratée et Concentré et à 37 kg pour le lot Herbe Pâturage. Des échantillons de 2 muscles (*Semi Tendinosus* (ST) et *Longissimus Dorsi* (LD)) ont été prélevés et conservés à -80°C.

1.2. ANALYSES

Des analyses de teneur en cobalt ont été réalisées sur les échantillons d'aliment. Tous les échantillons tissulaires ont été analysés pour leur teneur en vitamine B12 biologiquement active par méthode radioisotopique (kit Quantaphase II de BioRad) après homogénéisation dans un tampon acétate.

Au sein de chaque expérience, les résultats ont été traités par analyse de variance selon des schémas factoriels. Les comparaisons de moyennes ont été réalisées selon la méthode des contrastes orthogonaux.

2. RESULTATS

2.1. ETUDE N°1 : COMPARAISON DE REGIMES A BASE D'HERBE OU D'ENSILAGE DE MAÏS CHEZ DES BOVINS

Les performances de croissance ont été identiques entre lots comme prévu, avec des gains de poids vif moyens de l'ordre de 770 g / j. Les teneurs en cobalt des aliments étaient de 51, 349 et 125 µg / kg MS pour l'ensilage de maïs, l'herbe et le tourteau de colza. Considérant la supplémentation en cobalt des rations, la teneur en cobalt du régime Ensilage de Maïs s'est avérée être nettement plus faible (environ le tiers) de celle des régimes à base d'Herbe (tableau 1).

Dans le foie, les teneurs en vitamine B12 étaient 27 % plus faibles avec l'Ensilage de Maïs qu'avec l'Herbe. Aucun effet systématique des traitements n'a été noté sur les teneurs en vitamine B12 dans les muscles RA et ST (tableau 1).

2.2. ETUDE N°2 : COMPARAISON DE REGIMES A BASE D'HERBE OU D'ENSILAGE DE MAÏS ET INFLUENCE DE L'EXERCICE PHYSIQUE CHEZ DES BOVINS

Comme précédemment, les gains de poids vif moyens, calculés sur l'ensemble des deux années expérimentales étaient similaires entre lots, s'élevant en moyenne à 790 g / j. Les teneurs en cobalt de l'ensilage de maïs, l'herbe et le tourteau de colza étaient de 15, 269 et 125 µg / kg MS. Par conséquent, les teneurs en cobalt des régimes s'élevaient en moyenne à 269, 348, 350, 128 et 130 µg / kg respectivement, pour les lots Herbe Pâturage, Herbe Auge Sans et Avec Déplacement forcé, Ensilage de Maïs Sans et Avec Déplacement forcé. Comme dans l'étude n°1, les teneurs hépatiques en vitamine B12 étaient 32 % plus faibles avec l'Ensilage de Maïs qu'avec l'Herbe. Aucun effet significatif des traitements n'a été observé sur les teneurs musculaires (tableau 1).

Tableau 1 : études sur bovins : Influence de régimes à base d'herbe (H) à l'auge (A) ou au pâturage (P), d'ensilage de maïs (EM) et du déplacement sur les teneurs en vitamine B12 des tissus

	Herbe Pâturage	Herbe Auge Sans Déplacement	Herbe Auge Avec Déplacement	Ensilage Maïs Sans Déplacement	Ensilage Maïs Avec Déplacement	SEM	Effets statistiques ¹
Etude n°1							
Teneur en Co des régimes, µg / kg MS	346	436	-	166	-	-	-
Teneur en vitamine B12, ng / g							
- RA	12,5	9,3	-	9,6	-	0,78	HP vs HA**
- ST	5,7	4,9	-	5,8	-	0,87	NS
- Foie	775,6	711,7	-	541,2	-	32,4	H vs EM***
Etude n°2							
Teneur en Co des régimes, µg / kg MS	269	348	350	128	130	-	-
Teneur en vitamine B12, ng / g							
- RA	11,2	11,7	11,2	11,8	9,1	0,67	NS
- ST	4,2	5,8	5,8	3,9	3,6	0,84	NS
- Foie	699,8	782,1	729,1	509,8	498,7	56,51	H vs EM***

¹ NS = non significatif, * = P<0,05, ** = P< 0,01, *** = P<0,001

2.3. ETUDE N°3 : COMPARAISON DE REGIMES A BASE D'HERBE, DE LUZERNE DESHYDRATEE OU DE CONCENTRE CHEZ DES OVINS

Pour tenir compte d'une augmentation des contenus ruminiaux avec le régime à base d'Herbe, la vitesse de croissance des agneaux a été plus élevée à l'Herbe ($208 \pm 36,0$ g / j) qu'avec de la Luzerne Déshydratée ($144 \pm 18,4$ g / j) ou du Concentré ($147 \pm 35,8$ g / j), comme prévu. Les teneurs en cobalt de l'Herbe, de la Luzerne et du Concentré étaient respectivement de 36, 2565 et 2346 µg / kg MS.

Tableau 2 : étude sur ovins : Influence de la nature du régime (Herbe, H vs Luzerne, L ou Concentré, C) sur les teneurs en vitamine B12 des tissus

	Herbe Pâturage	Luzerne	Concentré	SEM	Effets statistiques ¹
Teneur en Co des régimes, µg / kg MS	36	2565	2346	-	-
Teneur en vitamine B12, ng / g					
LD	5,5	9,9	9,0	0,37	H vs L,C***
ST	6,7	10,4	10,3	0,81	H vs L,C**

¹ NS = non significatif, * = P<0,05, ** = P< 0,01, *** = P<0,001

Pour les deux muscles, le traitement Herbe pâturée a entraîné des teneurs en vitamine B12 significativement plus faibles de 35 à 42 % par rapport aux autres traitements (tableau 2).

3. DISCUSSION

3.1. APPORTS DE COBALT

En raison de l'importance du cobalt, précurseur obligatoire de la synthèse ruminale de vitamine B12, une discussion préliminaire sur les apports de cobalt aux animaux est essentielle. L'objectif prioritaire du travail était de comparer l'incidence de différentes pratiques d'élevage. Par conséquent, les apports de cobalt n'avaient pas été ajustés entre traitements et découlaient des différentes rations utilisées. Au contraire, la supplémentation minérale avait suivie les pratiques usuelles d'élevage en France. En l'occurrence, à l'auge une supplémentation globale en

minéraux est apportée quotidiennement. Au pâturage, une supplémentation sous forme de pierre à lécher peut être réalisée, en particulier dans les zones géographiques présentant des risques de carence. Dans le cas présent, les apports de cobalt pour les bovins nourris à l'herbe et ovins nourris à l'auge étaient supérieurs aux recommandations (Underwood, 1981). Tel n'était pas le cas pour les bovins recevant de l'ensilage de maïs ou pour les ovins du lot Herbe Pâturage. Les bovins à l'ensilage de maïs étaient supplémentés de façon globale en minéraux sans attention particulière pour chacun des minéraux. Les agneaux pâturaient sur sols granitiques une herbe plus pauvre en cobalt que les bovins qui étaient sur sols alluviaux (Tressol, 1978). Il est difficile de préciser si les agneaux ont effectivement utilisés la pierre à lécher au pâturage. Il peut être supposé qu'ils ne l'ont pas suffisamment utilisée. Un risque de (sub-) carence en cobalt existe donc pour ces animaux. Ces observations mettent en avant le respect insuffisant, en pratique, des recommandations en matière d'alimentation en oligoéléments.

3.2. EFFETS DES TRAITEMENTS

Chez les bovins, la nature de l'alimentation a significativement affecté les teneurs hépatiques en vitamine B12, mais non les teneurs musculaires. Au niveau du foie, les teneurs en vitamine B12 étaient significativement plus élevées avec les régimes à base d'herbe comparés à des régimes à base d'ensilage de maïs. En raison du rôle du foie dans le stockage corporel de la vitamine B12, il est probable que ces différences entre traitements reflètent les différences d'apport de cobalt lié aux aliments. En effet, lorsque les apports de cobalt sont inférieurs aux apports optimaux, les niveaux hépatiques de vitamine B12 augmentent de façon linéaire avec les apports de cobalt (Stangl *et al.*, 2000). Au niveau musculaire, l'absence de différences significatives entre traitements, hormis des tendances ponctuelles et le risque de biais éventuels associés aux différences d'apport de cobalt ne permettent pas de déterminer clairement si les teneurs musculaires en vitamine B12 sont affectées par les traitements nutritionnels.

Enfin chez les bovins, la conduite au pâturage n'a pas non plus eu d'influence significative claire sur les teneurs en vitamine B12 des tissus. Une conduite au pâturage se caractérise par une alimentation à l'herbe et des déplacements (ou activité physique) accrus par rapport à une conduite à l'auge. La durée d'activité physique appliquée dans l'étude n°2 reproduisait l'augmentation de la durée des déplacements au pâturage. Elle est restée sans effet significatif sur les teneurs tissulaires en vitamine B12, indiquant l'absence de dégradation de cette vitamine suite à des stress oxydants d'intensité modérée.

Chez les ovins, les seules différences de teneurs musculaires en vitamine B12 semblent refléter les différences d'apport de cobalt par les aliments, qui étaient beaucoup plus importantes que dans le cas des bovins. Les faibles teneurs mesurées chez les animaux Herbe Pâturage laissent craindre que la consommation de pierre à lécher n'ait pas été suffisante pour pallier au risque de carence.

Ainsi le mode d'élevage et l'alimentation ont une influence significative sur les teneurs tissulaires en vitamine B12. Cette influence semble être prioritairement le reflet des apports de cobalt. En cas d'apports sub-déficitaires (bovins à l'ensilage de maïs), les teneurs hépatiques sont réduites. En cas d'apports clairement déficitaires (ovins au pâturage), les teneurs musculaires peuvent aussi être réduites.

3.3. EFFETS DU TYPE DE MUSCLE

Un résultat original de ces études est l'impact clair du type de muscle sur sa teneur en vitamine B12. Le choix des muscles avait été motivé dans cette étude par l'orientation de leur métabolisme énergétique et par leur intérêt boucher. Chez le bovin, le RA (lent oxydatif) correspond à la bavette et le ST (rapide glycolytique) au rond de gîte. Chez l'ovin, le LD (rapide oxydatif) se trouve dans les côtelettes et le ST (rapide glycolytique) dans le gigot. Chez les bovins, une orientation plus oxydative du métabolisme énergétique, telle que dans le muscle RA (Jurie *et al.*, 2000), est associée à des teneurs plus élevées (en l'occurrence doubles) que celles notées dans un muscle à tendance plus glycolytique (ST). Chez les ovins la différence d'orientation métabolique entre les deux muscles (Briand *et al.*, 1981) ne présentait sans doute pas suffisamment d'écart pour influencer leurs teneurs en vitamine B12.

Dans les tissus, la vitamine B12 biologiquement active est présente sous deux formes. La forme adénosyl est localisée dans les mitochondries alors que la forme méthyl se situe dans le cytosol (Le Grusse et Watier, 1993). L'orientation plus oxydative du métabolisme énergétique musculaire est associée à une plus grande richesse en mitochondries dans les fibres musculaires. Les effets du type de muscle sur les teneurs en vitamine B12 pourraient donc être liées à la forme adénosyl. Les conséquences métaboliques de ces différences seraient à préciser.

Il est maintenant bien connu que les caractéristiques musculaires sont affectées par de nombreux facteurs d'élevage (race, sexe, âge, rythme de croissance, nature du

régime ...). Il serait intéressant de déterminer dans quelle mesure les teneurs en vitamine B12 des muscles pourraient aussi être modifiées.

3.4. IMPACT SUR LA VALEUR NUTRITIONNELLE POUR L'HOMME

Outre la dispersion importante mesurée dans les teneurs en vitamine B12 des muscles crus de ruminants (allant de 0,36 à 1,25 µg / 100 g), il faut remarquer que les valeurs obtenues sont globalement inférieures à celles rapportées dans les tables de composition des aliments pour l'homme (2 à 3 µg / 100 g pour de la viande cuite, Favier *et al.*, 1995). Des différences de spécificité dans les méthodes analytiques employées (mesure des formes actives de vitamine B12 associées ou non aux formes biologiquement inactives) pourraient en être à l'origine de même que l'impact de la cuisson en raison des pertes en eau et en graisses (Kinsman *et al.*, 1994). Sur la base des résultats présents, la consommation d'une portion de 100 g de foie cru permettrait de couvrir jusqu'à 30 fois les niveaux d'ingestion recommandés en vitamine B12 pour l'homme (de l'ordre de 2,4 µg / j). Par contre, la consommation de 100 g de viande crue couvrirait seulement 20 à 46 % des recommandations, selon le type de muscle.

Les auteurs remercient le personnel des stations expérimentales de l'INRA pour la réalisation des expériences, Caroline Roy et Chrystiane Plante pour le dosage de la vitamine B12 et Yves Anglaret pour les analyses statistiques.

Briand M., Talmant A., Briand Y., Monin G., Durand R. 1981. Eur. J. Appl. Physiol. 46, 347-358.

Elliott J.M. 1980. In RUCKEBUSCH Y., THIVEND P. (Editors), Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Avi Publ. USA. 485-503.

Favier J.-C., Ireland-Ripert J., Toque C., Feinberg M. 1995. Répertoire Général des Aliments, Table de Composition. INRA Ed., Paris.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.-F., Culioli J. 2001. *Reprod. Nutr. Dev.*, 41, 1-26.

Hermann W., Schorr H., Purschwitz K., Rassoul R., Richter V. 2001. *Clin. Chem.* 47, 1094-1101.

Jurie C., Bauchart D., Listrat A., Picard B., Giraud X., Dozias D., Jailler R., Geay Y., Hocquette J.-F. 2000. *Viandes Prod. Carnés HS*, 59-64.

Kinsman D.M., Kotula A.W., Breidenstein B.C. 1994. *Muscle Foods*. Chapman & Hall, NY

Krajcovicova-Kudlackova M., Blazicek P., Babinska K., Kopcova K., Klvanova J., Bederova A., Magalova T. 2000. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 60, 657-664.

Le Grusse J., Watier B. 1993. *Les Vitamines, Données Biochimiques, Nutritionnelles et Cliniques*, CEIV, 255-271.

Stangl G.I., Schwarz F.J., Jahn B., Kirchgessner M. 2000. *Br. J. Nutr.* 84, 3-6.

Tressol J.-C. 1978. DEA Université de Clermont II.

Underwood E.J. 1981. *The Mineral Nutrition of Livestock*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.

Walker C.K., Elliott J.M. 1972. *J. Dairy Sci.* 55, 474-479.