HÉLÈNE MÉTHOT, Coordonnatrice des projets de R&D CEPOQ
DENISE BÉLANGER Professeur à la Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal
DANY CINQ-MARS Professeur au Département des sciences animales, Université Laval.

Ovin Québec, avril 2008

Cuivre… véritable fléau ou légende urbaine ?

Les ovins ont une sensibilité particulière au cuivre et l'accumulation d'une quantité trop importante de cuivre dans le foie peut entraîner une intoxication. En effet, l'atteinte du seuil de toxicité du cuivre dans le foie provoque des dommages importants aux cellules hépatiques qui se traduisent par une décharge massive de cuivre dans le sang. S'ensuit une crise hémolytique, soit la destruction des globules rouges du sang avec jaunissement de la peau et des muqueuses (ictère), qui se termine presque invariablement par la mort de l'animal. Au Québec, sommes-nous aux prises avec un problème de toxicité au cuivre dans les troupeaux?

Les objectifs du projet

L'objectif général de ce projet était d'étudier la problématique de surcharge hépatique de cuivre chez les agneaux lourds.

De manière plus spécifique, elle avait pour but de:

1) Évaluer la teneur en cuivre, molybdène, soufre, fer et zinc des aliments produits sur les fermes québécoises (fourrages et céréales) et des moulées commerciales destinées aux agneaux;
2) Identifier les facteurs associés à la production, à la ferme, d'aliments riches en cuivre (type de fertilisants, type d'aliments, type de sol, région de production, …);
3) Estimer l'importance de la problématique « surcharge hépatique de cuivre » chez les agneaux lourds;
4) Vérifier l'existence d'une association entre la région d'origine et le statut hépatique en cuivre des agneaux lourds.

Ce qui a été fait…

Phase 1 : Teneur en cuivre des aliments produits au Québec et destinés au bétail

Un questionnaire destiné aux producteurs agricoles qui soumettent leurs échantillons d'aliments pour analyse a été construit puis complété par le biais des représentants de Belisle Solution Nutrition. Ces informations (région, sol, amendements, etc.), de même que les résultats d'analyse des composantes (dont le cuivre) réalisée par le laboratoire de Belisle Solution Nutrition, ont été transmis au CEPOQ qui en a fait la compilation. Afin d'avoir un maximum d'unités des différents types d'aliments souhaités pour les analyses statistiques, des échantillons supplémentaires ont été inscrits à la base de données. De plus, 35 poches de moulée complète destinée aux agneaux (début ou croissance) ont été achetées incognito chez 5 meuneries différentes sur une période de 4 mois. Cette moulée a été analysée pour différents oligo-éléments dont le cuivre.

Phase 2 : Concentrations hépatiques en cuivre chez les agneaux lourds élevés au Québec

Un échantillonnage de 282 foies d'agneaux lourds a été réalisé pour une analyse exploratoire de la concentration en cuivre. Les paramètres d'échantillonnage sont : cibler 3 abattoirs pour couvrir un maximum de régions (Luceville, Lingwick (Rousseau), St-Henri de Lévis (Pouliot)) et limite de 4 foies par troupeau pour un même échantillonnage. Les foies ont été prélevés entre juillet et août 2006 (102 foies) ainsi qu'entre mars et novembre 2007 (180 foies).

Ce que nous savons maintenant

Les aliments produits sur les fermes québécoises

À la lumière des données brutes (Tableau 1), on note que les concentrations en cuivre (Cu) mesurées présentent une certaine

variabilité (coefficient de variation élevé) mais que la plupart des aliments demeurent dans une plage acceptable pour le cuivre. Toutefois, certains types d'aliments ont été peu d'échantillonnés (ex : blé), ce qui est limitatif d'un point de vue statistique. Selon le NRC (1985), le niveau tolérable maximum de cuivre se situe à 25 mg de Cu/kg MS (ppm) dans la ration des ovins. Le nouveau NRC (2007), quant à lui, suggère de réduire l'écart entre les besoins et le seuil possible de toxicité en établissant le niveau maximum tolérable à 15 ppm pour des rations contenant entre 1 et 2 ppm de molybdène et entre 0,15 et 0,25% de soufre. Ces précisions sont pertinentes car l'absorption du cuivre diminue lorsque le molybdène, le soufre et le zinc augmentent. Sur cette base, le NRC (1985) rapporte, par exemple, que pour des niveaux extrêmement bas en molybdène (<1ppm), une ration contenant 8 à 11 ppm de cuivre peut être toxique.

Tableau 1. Concentrations (ppm) en cuivre (Cu) et en molybdène (Mo) d'aliments produits sur les fermes québécoises

Aliment	Nb	Minéraux	Médiane[1]	Moyenne	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
Avoine	11	Cu	6	5,3	1,3	9,2	45,3
		Mo	0,6	0,8	0	2,1	91,2
Blé	6	Cu	4,9	4,2	0,9	7,2	54,1
		Mo	0,6	0,6	0,2	1	47
Ensilage de céréale	6	Cu	7,6	7,8	5	10,7	28,6
		Mo	0,8	1,1	0,2	2,2	74,9
Ensilage d'herbe	504	Cu	8,9	9	1,5	22,6	31,5
		Mo	1	1,1	0	4,4	60,1
Ensilage de maïs	175	Cu	5	5,1	0	11,4	41,7
		Mo	0,4	0,4	0	1	52,4
Foin	159	Cu	6,8	6,9	1,5	13,6	35,5
		Mo	1	1,1	0	3,3	61,2
Grains mélangés	14	Cu	4,4	4,1	1	6,7	33,8
		Mo	0,8	0,9	0,5	1,7	36,4
Maïs	77	Cu	2,9	2,8	0	8,3	64,1
		Mo	0,3	0,4	0	12	312,2
Orge	29	Cu	5	5,2	1,3	10,5	45,9
		Mo	0,5	0,5	0	1	60
Seigle	1	Cu	2,1	2,1	2,1	2,1	-
		Mo	0,6	0,6	0,6	0,6	-
Fève de Soya	13	Cu	15	15,2	9,5	21,6	19,9
		Mo	1,9	3,4	0,8	11,7	91,7

[1] La médiane est la donnée centrale parmi toutes les données disponibles. Ex : si les données sont 1, 3 et 5, la médiane est 3.

Bien que le pH du sol influence la disponibilité des éléments nutritifs (Ziadi et al., 2005) et, par le fait même, la captation de ceux-ci par les végétaux, aucun lien entre le pH du sol et la concentration en cuivre des aliments n'a été mis en lumière. En effet, on constate que la valeur du R2, qui est un indicateur de la force du lien entre les deux variables (pH et concentration en cuivre), est très faible (<1%). De plus, lorsque l'exercice

est répété en considérant les aliments séparément, par exemple l'ensilage de maïs ou l'ensilage d'herbe seul, aucun résultat plus concluant n'est observé. Ceci est sans doute dû au fait que la disponibilité du cuivre est réduite lorsque le pH du sol descend sous 5 ou monte au-delà de 7 (Ziadi et al., 2005) alors que la vaste majorité des pH mesurés dans la présente étude se situent entre 5 et 7.

Lorsque le type de fumier (ovin, bovin laitier, bovin de boucherie et porcin) épandu sur les champs d'origine des échantillons d'aliments est mis en parallèle avec la concentration en cuivre de ces aliments récoltés (Tableau 2), on constate que l'utilisation du purin de porc conduit à des concentrations en cuivre supérieures ($P < 0,01$). Ceci n'est en soi pas surprenant puisque les déjections de porc comportent généralement une teneur en cuivre plus élevée que celles d'autres espèces animales. Par contre, l'échantillonnage demeure restreint, le coefficient de variation est très élevé (grande variabilité entre les échantillons) et l'enquête ne permet pas de mettre en évidence certains paramètres, comme le type de porcherie, les apports de lisier au champ, le nombre d'années d'épandage d'un même type de fumier, etc., qui pourraient influencer les résultats.

Tableau 2. Concentrations en cuivre (ppm) des aliments produits selon le type de fumier épandu

Type de fumier	Nb	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	Coefficient de variation (%)
Ovin	35	7,28	7,45	2,71	17,1	39,4
Bovin laitier	59	6,29	7,13	0,12	19,97	64,7
Bovin de boucherie	47	5,94	6,25	0,88	12,55	45,5
Porcin	9	9,72	10,20 *	7,35	15,6	24,3

* $p < 0,01$

Les moulées commerciales

Il est également rassurant de constater, comme le montre le Tableau 3, que les niveaux de cuivre rencontrés dans les moulées commerciales analysées sont acceptables. Les concentrations en molybdène varient pour leur part passablement chez certaines meuneries. Puisque que cet élément n'est pas ajouté, on suppose que cette variation vient des aliments de base incorporés à la moulée. Quant à la concentration en zinc, les moulées de quelques meuneries présentent une certaine variation mais il s'agit d'un élément ajouté par celles-ci. Finalement, les concentrations en soufre avoisinent la limite supérieure recommandée (0,3%) et est aussi ajouté par les meuniers. Dans l'ensemble, on constate que les coefficients de variation sont élevés et que, en ce sens, une réflexion quant aux contrôles de qualité pourrait être faite par les meuneries concernant ces deux derniers paramètres

Les foies

La problématique de surcharge hépatique en cuivre chez les agneaux lourds ne semble pas être généralisée (Tableau 4) alors que seuls 21 agneaux sur 282 présentaient des concentrations élevées (plus de 500 µg Cu/g MS) dont 16 au-dessus de 600 µg Cu/g MS. Selon les sources consultées, les concentrations en cuivre considérées comme problématiques varient grandement (Puls, 1994; Kerr et al., 1991). Toutefois, dans l'étude de Menzies et al. (2003), un seuil de 875 µg Cu/g MS a été considéré comme dangereux. Il a de plus été rapporté que des concentrations inférieures à ce seuil pouvaient être associées à des mortalités

bien qu'un seul décès fut répertorié pour une concentration hépatique moyenne de 600 µg Cu/g MS chez les agneaux à l'étude (Van der Berg et al. 1983, cité par Menzies et al., 2003). Ainsi, puisque seulement 5,7% des agneaux répertoriés (16 sur 282) présentent des concentrations hépatiques en cuivre problématiques et que les aliments analysés ne laissent pas entrevoir de concentrations systématiquement élevées en cuivre (Tableau 3), il est possible que cette situation soit davantage attribuable, soit à un incident alimentaire sporadique ou à une contamination à la ferme. On peut par exemple penser à une tuyauterie en cuivre.

Ce que nous devons retenir

Globalement, les aliments produits sur les terres québécoises et analysés dans le cadre de cette étude ne présentaient pas de teneur en cuivre pouvant être considérée comme problématique pour les ovins. Toutefois, l'application de lisier de porc semble être associée à une teneur en cuivre des plantes qui y poussent plus élevée. Bien que nous ne soyons pas en mesure, pour l'instant, de conclure que cette pratique comporte un risque d'intoxication chez les ovins, elle demeure tout de même préoccupante pour la production d'aliments destinés à cette espèce particulièrement sensible au cuivre. Finalement, la présente étude ne permet pas de croire, à la lumière de l'échantillonnage réalisé, que la surcharge hépatique en cuivre des agneaux lourds est une problématique répandue au Québec.

Financement

Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et Belisle Solution Nutrition.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le CEPOQ et plus particulièrement Dr. Anne Leboeuf qui a collaboré au projet alors qu'elle était à l'emploi de l'organisation ainsi que M. Robie Morel et Mme Amélie St-Pierre qui ont accepté de prélever des échantillons de foie. Les auteurs tiennent à remercier également Belisle Solution Nutrition, son directeur monsieur Yan Turmine pour sa collaboration ainsi que tous ses représentants pour la récolte d'échantillons d'aliments et d'informations pertinentes au projet.

Tableau 3. Concentrations en oligo-éléments des moulées commerciales

Meunerie	Nb	Oligo-élément	Médiane (ppm; S en %)	Moyenne (ppm; S en %)	Minimum (ppm; S en %)	Maximum (ppm; S en %)	Coefficient de variation (%)
A	7	Cu	8,02	8,34	7,41	9,58	9,4
		Mo	1,47	1,45	1,07	1,78	18,7
		Zn	86,5	79,3	43,9	93,8	21,3
		S	0,31	0,3	0,22	0,36	15,3
B	8	Cu	9,33	9,18	5,95	12,88	21,8
		Mo	1,66	1,52	0,72	2,18	32,1
		Zn	83,2	105,5	66,6	257,1	59,8
		S	0,29	0,33	0,26	0,61	35,2
C	6	Cu	8,73	8,89	7,66	10,67	11,6
		Mo	1,13	1,08	0,78	1,29	19,4
		Zn	98	93,2	61,5	116,1	21,7
		S	0,38	0,37	0,26	0,45	21,6
D	6	Cu	9,13	9,75	8,18	12,83	17,8
		Mo	1,4	1,87	1,26	4,4	66,6
		Zn	83,9	100,6	69,3	190,8	44,7
		S	0,36	0,39	0,35	0,56	20,9
E	8	Cu	8,86	8,84	7,75	10,06	8,2
		Mo	1,12	1,14	0,71	1,74	36,8
		Zn	97	98,3	90,6	106,8	5,2
		S	0,25	0,26	0,24	0,26	2,8

Tableau 4. Concentrations hépatiques (µg/g MS) en cuivre et en molybdène chez des agneaux lourds produits au Québec

Variable	N	Mé-diane	Moyen-ne	Écart-type	Mini-mum	Maxi-mum	Coefficient Variation (%)
Cuivre	282	250	278	173	24	1500	62,4
Molybdène	282	3,9	3,9	0,8	1,9	6,3	19,5

Références

Kerr, L.A. et McGavin, H.D. 1991. Chronic copper poisoning in sheep grazing pastures fertilized with swine manure. JAVMA. 198 (1): 99-101.

Menzies, P.I., Boermans, H., Hoff, B., Durzi, T. et Langs, L. 2003. Survey on status of copper, interacting minerals, and vitamin E levels in the livers of sheep in Ontario. Can Vet J. 44: 898-906.

NRC 2007. Nutrient requirements of small ruminants. 7e édition, Washington DC, Natl. Acd. Sci, 362 pages.

NRC 1985. Nutrient requirements of sheep. 6e édition, Washington DC, Natl. Acd. Sci., 112 pages

Puls, R. 1994. Mineral levels in animal health: diagnostic data. 2e édition. Sherpa International. Colombie Britannique, Canada. 356 pages.

Van der Berg, R., Levels, F.H. et Van der Schee, W. 1983. Breed differences in sheep with respect to the the accumulation of copper in the liver. Vet. Q. 5 (1): 26-31.

Ziadi, N., Chantigny, M. et Giroux, M. 2005. La fertilisation dans Les plantes fourragères. CRAAQ. Québec, Canada. 209 pages.