

de la cuprémie chez le dromadaire (24). Nous ne pouvons donc pas préjuger de l'état carenciel ou non de ces animaux. Cependant, les valeurs observées (45  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ; valeurs comprises entre 25 et 55) sont inférieures aux valeurs notées par TARTOUR (33) sur les dromadaires du Soudan occidental (moy. 97,6  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ , valeurs comprises entre 59 et 198). Le même auteur trouve des valeurs normales chez les autres espèces animales des mêmes régions, ce qui semblerait indiquer une carence chez le dromadaire de la région d'Awash (cuprémie moyenne exprimée en  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) :

Ovins	Caprins	Bovins	Camelins	
85	78,9	73,6	97,6	TARTOUR (Soudan)
25,8	41,8	37,2	45	FAYE-GRILLET (Ethiopie)

Il semble toutefois que la cuprémie du dromadaire soit plus élevée que celle des autres espèces, même en zone carencée. TARTOUR note que la différence observée dans le cadre de son étude est non significative.

D'après SRIVASTAVA et DWARAKNATH (29), l'activité oxydasique de la céruloplasmine du dromadaire est faible, liée à une teneur normalement basse, ce qui ne semble pas être confirmé par nos observations où la teneur en céruloplasmine du dromadaire est tout à fait comparable à celles des caprins et des bovins.

Ovins	Caprins	Bovins	Camelins	
84,2	69,6	68,7	25,0	SRIVASTAVA- DWARAKNATH (Inde)
82,5	52,2	44,1	51,4	FAYE-GRILLET (Ethiopie)

Ces chiffres ne sont pas comparables colonne par colonne, car nous n'avons pas employé les mêmes méthodes de dosage et l'expression des résultats n'est pas la même; mais les différences interspécifiques sont comparables.

## CONCLUSIONS

L'hypocuprémie s'observe chez toutes les espèces d'élevage dans la région d'Awash. Les moutons de race Adale sont les plus carencés et c'est dans cette espèce que les cas d'ataxie sont les plus fréquents. Il existe une différence raciale chez le mouton. Bovins et caprins sont en état de carence mais son expression clinique reste le plus souvent frustrée. L'hypocuprémie est toutefois moins prononcée chez ces espèces que chez les ovins.

La cuprémie du dromadaire, légèrement supérieure à celle des autres espèces est toujours inférieure aux résultats de la littérature, mais l'absence de références précises concernant les valeurs normales ne permettent pas de se prononcer « fermement » sur l'existence d'un état carenciel pour cette espèce.

## RESUMEN

FAYE (B.), GRILLET (C.). — La carencia de cobre en los rumiantes domésticos de la región de Awash, Etiopía. I. Cantidad de cobre plasmático y de ceruloplasmina del plasma del ganado ovino, cabrío, vacuno y de los camélidos. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 34 (1) : 42-45.

Los autores estudian la cantidad de cobre y de ceruloplasmina del plasma de las diferentes especies de rumiantes domésticos de la región de Awash en Etiopía. Observan que tanto el ganado ovino como el ganado cabrío y vacuno padecen una carencia de cobre, a varios nivel es. con una

importancia más o menos marcada según las especies. Sólo el ganado ovino exterioriza los síntomas de esta carencia bajo forma de ataxia enzootica de los corderos. Las carencias son más importantes en el ganado ovino que en el cabrío y en el vacuno. La ausencia de referencias no permite dar informes concernientes a los camélidos.

*Palabras claves* : Cobre - Ceruloplasmina - Plasma - Ganado ovino - Ganado cabrío - Ganado vacuno - Camélidos - Etiopía.

## II. Origine de la carence en cuivre dans la région d'Awash

### RÉSUMÉ

FAYE (B.), GRILLET (C.). — La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie). II. Origine de la carence en cuivre dans la région d'Awash. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (1) : 45-48.

Toutes les espèces de ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie) sont hypocuprémiques. Le dosage du cuivre dans le sol et dans les fourrages montre que, sur les parcours naturels, l'origine de cette carence est primaire

### SUMMARY

FAYE (B.), GRILLET (C.). — Copper deficiency in domestic ruminants in the Awash region (Ethiopia). 2. Origin of the copper deficiency in the Awash region. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (1) : 45-48.

All the species of domestic ruminants of the Awash region have copper deficiencies. The quantitative analysis of the copper content in solid and forages shows that the origin of this deficiency is primary, i.e. due to insufficient supply, on

c'est-à-dire due à une insuffisance d'apport. Cependant, les ruminants pâturant sur les zones irriguées par les eaux de la rivière Awash sont plutôt atteints d'une carence secondaire, due à un excès marqué de molybdène dans les pâturages.

Par contre, l'excès relatif du molybdène total dans les sols volcaniques de la même région ne se traduit pas par un taux plus élevé dans les pâturages naturels non irrigués.

**Mots clés :** Carence en cuivre - Pâturages naturels - Ruminants domestiques - Ethiopie.

ranges. However, ruminants grazing in the areas flooded by the Awash river rather suffer from secondary deficiency due to a marked excess of molybdene in grasslands.

On the other hand, the relative excess of the gross molybdene content in volcanic soils of the same regions does not entail a higher rate in the non irrigated rangelands.

**Key words :** Copper deficiency - Range - Domestic ruminants - Ethiopia.

La carence cuprique chez les animaux d'élevage peut être primaire (insuffisance d'apport dans la ration) ou secondaire (excès d'éléments antagonistes, tels que le molybdène, le soufre ou le zinc qui agissent en réduisant l'assimilation du cuivre).

Des analyses de sols et de fourrages dans deux régions particulièrement touchées par cette carence (Melka Werer et Sabouré) ont été faites pour essayer de mieux en connaître l'origine.

## I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les échantillons de sol réalisés par carottage à différentes profondeurs (10 et 50 cm) ont été analysés pour dosage du cuivre et du molybdène, au laboratoire du Ministère des Mines à Addis-Ababa, par spectrométrie d'absorption atomique.

Melka Werer, comme Sabouré, se trouvent au pied d'un massif volcanique le Dofan pour le premier, le Fant'Ale pour le second. La roche-mère est constituée de basalte, rhyolithe et trachilithe.

Les échantillons de fourrages concernent les pâturages naturels non irrigués, les pâturages irrigués naturels ou artificiels, les foin et les pailles distribués aux animaux, quelle que soit leur provenance. Les analyses pour le dosage du cuivre, du zinc et du molybdène ont été réalisées au laboratoire de nutrition de l'I.E.M.V.T. à Maisons-Alfort.

## II. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### a) Analyse de sols (Tabl. I)

Les teneurs en cuivre total à Melka-Werer peuvent être considérées comme normales (Tableau I), mais ne permettent pas de préjuger de la teneur en cuivre « assimilable ».

La teneur en cuivre total dans le sol peu profond à Sabouré est faible (13 ppm), inférieure à ce que ROEDER (26) trouvait à Méta'hara (45 ppm en sol peu profond, 71 ppm en sol profond). Il avait cependant constaté une carence modérée en cuivre assimilable (8,6 ppm).

Les teneurs en molybdène total sont élevées dans tous les échantillons. Dans les sols profonds à Melka Werer, il atteint la valeur 5 ppm, ce qui représente la teneur maximale généralement constatée (23). A Sabouré, la teneur relativement élevée (3 ppm) ne peut qu'accentuer le déficit cuprique du sol. IRWIN *et al.* (10) avaient déjà constaté la richesse en molybdène des sols volcaniques.

TABLE. N°I-Teneur des sols en cuivre et molybdène total (en ppm)

	Teneur en Cu (en ppm)	Teneur en Mo (en ppm)
Sol peu profond (10 cm)	49	4
Sol profond (50 cm)	40	5
Sol peu profond (10 cm) Sabouré	13	3
Valeurs habituelles	2 - 100	0,2 - 5
Valeur moyenne (Pinta, 1980)	20	2

Cependant, la seule analyse du sol ne permet pas d'interpréter l'origine de la carence, car la teneur totale en un oligo-élément ne peut être interprétable qu'en cas de déficit grave. Seule la partie assimilable de l'oligo-élément peut donner une indication. La quantification de cette fraction assimilable reste difficile car elle dépend d'un grand nombre de facteurs. Elle varie avec les saisons et dans l'espace (13). De plus, le seuil de carence ne peut être défini que pour une

plante donnée, sur un type de sol déterminé (15). L'interprétation des résultats de l'analyse des sols reste donc très aléatoire.

#### b) Analyses de fourrages (Tabl. II)

Par contre, les analyses de fourrages sont plus précises. Mis à part les pâturages irrigués sur lesquels nous reviendrons, les teneurs en cuivre dans les fourrages sont tous en dessous du seuil de carence généralement admis en zone tropicale (7 µg/g de MS). Il en est de même pour le zinc (seuil de carence : 45 µg/g de MS), qui ne peut donc avoir aucun effet antagoniste sur le cuivre. Les parcours naturels non irrigués qui constituent la source alimentaire la plus importante des animaux sont très carencés (Cu : 2,7 ppm, Zn : 16,3 ppm à Melka Werer. Cu : 4,6 ppm, Zn : 21 ppm à Sabouré). Bien entendu, ces teneurs sont susceptibles de variation saisonnière (28), notamment en cuivre et molybdène (10). Il faut savoir également que le cuivre dans les fourrages verts est moins mobilisable que celui de la paille ou des foin (36).

Les teneurs élevées en cuivre dans les pâturages irrigués sont liées sans doute à plusieurs facteurs :

— apport de cuivre par les eaux d'irrigation provenant de la rivière Awash (Melka Werer) ou de la Kessem (Sabouré);

— modification du système racinaire en terrain humide;

— enrichissement du sol de la fraction assimilable du cuivre par suite de modifications biochimiques du sol (en particulier le pH) lié à l'irrigation;

— contamination externe (traitement des arbres fruitiers à Sabouré).

De plus, l'irrigation augmente la concentration du cuivre dans les premières coupes mais la diminue dans les dernières (22). Enfin, la forte teneur en molybdène des pâturages irrigués ou des foin en provenance de ces pâturages est remarquable, du moins à la Station de Melka Werer. Cette teneur est faible dans les pâturages non irrigués (inférieure à 0,10 ppm) mais elle est supérieure à 3 ppm dans les pâturages irrigués, ce qui dépasse, selon LAMAND, la limite de toxicité (12). La toxicité molybdique dépend en fait de la concentration en cuivre dans la ration. Selon UNDERWOOD (36) avec des fourrages contenant 10 ppm de cuivre, la toxicité molybdique n'apparaît que vers 20 ppm.

TABL.N°II-Teneur des fourrages en cuivre, zinc et molybdène (en ppm)

Echantillon	Cuivre	Zinc	Molybdène
Pâturage naturel Non-irrigué MELKA WERER	2,7	16,3	0,02
Pâturage naturel Non-irrigué SABOURE	4,6	21	0,04
Fourrage vert (Sorgho fourrager)	4,3	40,5	0,02
Paille de Tef	4,7	30,7	-
Foin de pâturage Irrigué MELKA WERER	5,1	20,5	4,62
Pâturage artificiel Irrigué (floraison) MELKA WERER	11,6	38,7	3,75
Pâturage artificiel Irrigué (montaison) MELKA WERER	14,8	36,7	-
Pâturage naturel Irrigué SABOURE	13,1	46,7	0,01
Limite de carence	7	45	0,10 ?

Cependant, le molybdène diminue l'utilisation tissulaire du cuivre à partir de 3 ppm dans la ration. Un rapport cuivre/molybdène dans la ration inférieure à 4/I provoque des carences graves (4). Le molybdène agit par la formation dans le tube digestif d'un complexe Cu-Mo-S (thiomolybdate de cuivre) inassimilable (18, 19).

Les teneurs exceptionnellement hautes en molybdène sont étroitement liées à l'irrigation par les eaux de l'Awash. L'hypothèse la plus cohérente est celle d'une contamination par les eaux d'irrigation de l'Awash. Le pH du sol peut aussi jouer un rôle important sur la concentration en molybdène dans les fourrages (37). En revanche, les eaux d'irrigation de la Kessem (Sabouré) n'ont aucun effet sur la teneur en molybdène des fourrages (teneur : 0,01 ppm). L'excès relatif du molybdène dans les sols

volcaniques de la région, ne se traduit pas par un taux élevé dans les pâturages naturels non irrigués.

## CONCLUSION

Dans la région d'Awash, l'origine de la carence est primaire. Elle est due à l'insuffisance d'apport en cuivre par les fourrages naturels croissant sur un sol légèrement déficient et par absence de complémentation des ruminants en oligo-éléments, alors que ceux pâturant sur certaines zones irriguées (Station de Melka Werer sur la rivière Awash) sont atteints d'une carence secondaire due à l'excès de molybdène dans des fourrages dont la teneur cuprique est normale.

## RESUMEN

FAYE (B.), GRILLET (C.). — La carencia de cobre en los ruminantes domésticos de la región de Awash, Etiopía. II. Origen de la carencia de cobre en la región de Awash. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (1) :

Todas las especies de ruminantes domésticos de la región Awash (Etiopía) carecen de cobre. La dosificación del cobre en el suelo y en los forrajes muestra que, a lo largo de los pastos naturales, la origen de esta carencia es causada por una insuficiencia de este metal. Sin embargo, los ruminantes

al pastoreo sobre las zonas irrigadas por las aguas del río Awash padecen más bien de una carencia secundaria causada por un exceso marcado de molibdeno en los pastos.

En cambio, el exceso relativo del molibdeno total en los suelos volcánicos de la misma región no se manifiesta por una cantidad más elevada en los pastos naturales no irrigados.

*Palabras claves* : Carencia de cobre - Pastos naturales - Ruminantes domésticos - Etiopía.

## III. Effet d'une complémentation en cuivre sur la brebis hypocuprémique en gestation et ses produits

### RÉSUMÉ

FAYE (B.), GRILLET (C.). — La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie). III. Effet d'une complémentation en cuivre sur la brebis hypocuprémique en gestation et ses produits. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (1) : 48-55.

Pour lutter contre les effets de la carence en cuivre chez les ovins de la région d'Awash, en Ethiopie, les auteurs ont essayé :

— Les pulvérisations foliaires des pâturages à l'aide d'une solution de sulfate de cuivre, à raison de 400 g de produit actif à l'hectare, sans résultats appréciables ;

— l'oxyde de cuivre, en injection intramusculaire (40 mg en solution dans 5 ml d'huile minérale), chez des brebis gestantes. Ce procédé a permis d'obtenir des agneaux qui ont à leur naissance une cuprémie normale qu'ils conservent jusqu'à leur sevrage ;

— des pierres à lécher dosées à 2 000 ppm de sulfate de cuivre, *ad libitum*.

Ce procédé, qui donne des résultats très satisfaisants, ne doit être utilisé que sous surveillance car certaines brebis sont si friandes de ces pierres à lécher qu'elles en arrivent à avoir des teneurs en cuivre plasmatique parfois supérieures à la limite de la toxicité.

*Mots clés* : Complémentation - Cuivre - Brebis gestante - Ethiopie.

### SUMMARY

FAYE (B.), GRILLET (C.). — Copper deficiency in domestic ruminants in the Awash region (Ethiopia). III. Effect of a copper supplementation on the pregnant ewe with copper deficiency and its offspring. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (1) : 48-55.

The control of copper deficiency in sheep of the Awash region was tried through various methods :

— foliar spraying of pastures with a solution of copper sulphate, using 400 g of active product per hectare, without any significant result,

— intramuscular injections of cupric oxyde (40 mg solution in 5 ml of mineral oil) in pregnant ewes enabled them to have lambs with a normal copper content which they keep up to weaning.

— mineral licks with 2 000 ppm of copper sulphate given *ad libitum* gave very good results. However this supplementation must be used under monitoring because some ewes are so fond of these licks that their plasmatic copper content is sometimes higher than the limit of toxicity.

*Key words* : Supplementation - Copper - Pregnant ewe - Ethiopia.