

B. Faye ¹M. Kamil ²M. Labonne ²

Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti

FAYE (B.), KAMIL (M.), LABONNE (M.). Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 365-373

L'analyse des teneurs en oligo-éléments de 17 fourrages et 310 plasmas (116 caprins, 83 ovins, 52 camelins, 59 bovins) en provenance de 38 sites de prélèvement a permis de révéler : l'étendue des carences en zinc sur l'ensemble du territoire avec des valeurs moyennes, à l'exception des bovins, inférieures aux normes admises (97,9 µg/100 ml pour les bovins, 71,5 pour les caprins, 65,9 pour les ovins et 46,2 pour les dromadaires) ; la sévérité des carences primaires en cuivre chez les dromadaires pâturant dans les mangroves de la côte d'Obock ; la présence d'ataxie néonatale due à une carence secondaire en cuivre (liée à un excès de molybdène et de soufre) dans la région du lac Abbé ; les particularités de la composition minérale des fourrés à *Salvadora persica* (pauvres en cuivre, zinc, manganèse, et riches à l'excès en molybdène, sélénium et soufre) et de la mangrove (très pauvre en cuivre, zinc, manganèse et sélénium). Dix zones géographiques naturelles sont analysées du point de vue du statut minéral des troupeaux et des carences ou excès potentiels liés aux fourrages dominants de ces dix biotopes. *Mots clés* : Bovin - Ovin - Caprin - Dromadaire - Carence - Oligo-élément - Cuivre - Zinc - Céruloplasmine - Soufre - Molybdène - Sélénium - Manganèse - Iode - Cobalt - Carence - Toxicité - Djibouti.

INTRODUCTION

Plusieurs études réalisées en Éthiopie (11, 12) et au Kenya (16) ont montré que l'ensemble pédogéologique de la vallée du Rift se caractérisait, sur le plan de la pathologie des ruminants domestiques, par une fréquence élevée d'ataxie néonatale, associée à des taux très faibles de cuivre plasmatique. Cette maladie nutritionnelle apparaît particulièrement importante dans la vallée de l'Awash en Éthiopie, où son incidence peut dépasser 40 p. 100 chez les jeunes animaux nés dans l'année, et le taux de mortalité atteindre 80 p. 100 (22).

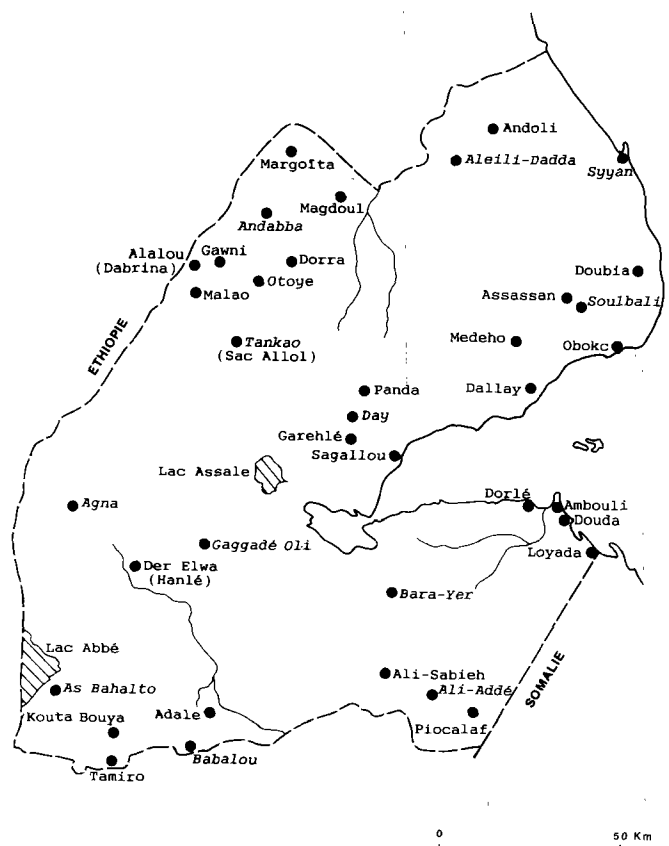
Une partie importante du territoire de la République de Djibouti est incluse dans la vallée du Rift. Aucune étude épidémiologique ni aucun dépistage des déficiences minérales n'ont été réalisés sur le troupeau

djiboutien, permettant de confirmer l'hypothèse d'une carence, identique à celle rencontrée sur le territoire éthiopien voisin. L'enquête, dont les résultats sont présentés ici, visait à tester la présence et l'étendue des déficiences en oligo-éléments afin de définir une politique appropriée de complémentation minérale.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Prélèvements

L'étude a été réalisée en décembre 1988, soit pendant la saison fraîche. Les analyses de fourrages ont concerné 17 échantillons (carte 1). La transcription



Carte 1 : Lieux de prélèvement (en caractères italiques : points de prélèvement de fourrages).

1. INRA-CRVZ, Laboratoire d'Écopathologie, Theix, 63122 Ceyrat, France.

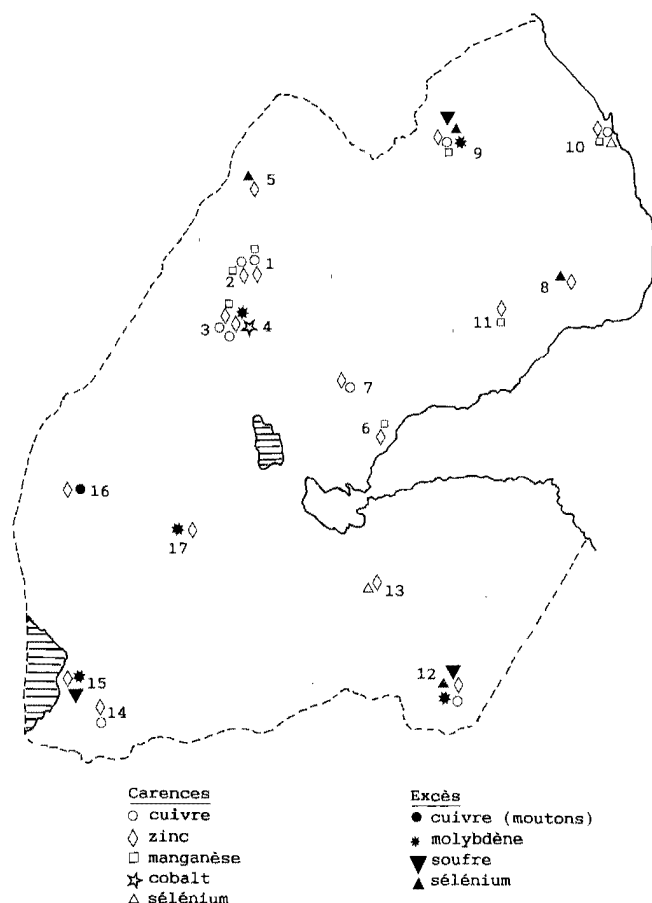
2. Direction du service de l'Élevage et des Pêches, Ministère du Développement Rural et des Pêches, BP 127, République de Djibouti.

Reçu le 10.11.1989, accepté le 24.4.1990.

B. Faye M. Kamil M. Labonne

des noms vernaculaires reprend celle d'AUDRU *et al.* (1). Compte tenu des confusions possibles, certains noms sont indiqués sous réserve ; c'est le cas, en particulier, de « sissa » et de « webaïto » (noms vernaculaires Afar) dont aucune mention n'est faite dans le rapport cité. Seules les parties consommées par les animaux ont été prélevées. Les échantillons, de 250 à 300 g, ont été placés à l'abri de la poussière dans des sacs plastiques étanches puis préséchés à la température ambiante dans une pièce fermée à ventilation dynamique.

Au total, 310 plasmas ont été prélevés sur 116 caprins, 83 ovins, 52 camelins et 59 bovins provenant de 38 sites différents (carte 2). Les sites ont été déterminés en fonction de la région naturelle, de son accessibilité, de l'importance de la concentration et de la diversité des espèces animales, des ressources alimentaires et/ou des systèmes de production. Dans la constitution des échantillons, les ratios mâles/femelles et jeunes/adultes observés dans les troupeaux ont été respectés.



Carte 2 : Carences et excès en oligo-éléments dans les fourrages prélevés à Djibouti (les nombres correspondent aux numéros de prélèvement répertoriés dans le tableau II).

Le sang total est prélevé à la jugulaire sur tube Sarstedt contenant une goutte de liquemineND, puis centrifugé sur place. Le plasma est ensuite collecté par un filtre à hématies, puis conservé à la température de la glace fondante et congelé dès le retour au Service de l'Élevage (au maximum après un délai de 5 jours à 0 °C).

D'autres précisions (conditions de prélèvement, situations géographiques en fonction des espèces prélevées, etc.) sont consignées dans un rapport sur cette étude (10).

Analyses de laboratoire

Les teneurs en oligo-éléments dans les fourrages sont dosées pour le cuivre, le zinc, le manganèse, le molybdène, le cobalt, l'iode, le sélénium et le soufre. Ce dernier, bien que habituellement considéré comme élément majeur, a été répertorié avec les oligo-éléments compte tenu de son rôle dans l'induction de carences minérales secondaires. Le soufre est, en particulier, un antagoniste du cuivre. Associé au molybdène, il contribue à la constitution, dans le tractus digestif des animaux, de thiomolybdate de cuivre inassimilable, provoquant ainsi une carence cuprique secondaire. Dans le plasma sont dosés le cuivre, le zinc et la céruloplasmine (Cp).

Le tableau I résume les méthodes utilisées pour les analyses, tant dans les fourrages que dans le plasma.

TABLEAU I Méthodes de dosage des oligo-éléments dans le plasma et les fourrages.

Éléments dosés	Méthode	Auteurs
Fourrages		
Cu, Zn, Mn	Spectrophotométrie d'absorption atomique	Bellanger (3)
Mo	Colorimétrie	Duval (8)
Co	Spectrométrie d'absorption atomique	Hocquelllet (17)
I	Spectrométrie d'absorption atomique	Aumont et Tressol (2)
Se	Spectrométrie d'absorption atomique	Lamand (19)
Plasma		
Cu, Zn	Spectrométrie d'absorption atomique	Bellanger et Lamand (4)
Cp	Colorimétrie	Chacornac et al. (7)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Analyses de fourrages

L'ensemble des résultats concernant la composition minérale des échantillons de fourrages est rapporté dans le tableau II.

La carte 2 résume la répartition des carences ainsi que les excès remarquables dans les 17 fourrages prélevés. Les différences observées entre les lieux de prélèvement n'ont pas de sens statistique puisque les échantillons de fourrages sont le plus souvent d'espèces différentes. Le but de ces analyses, effectuées sur les espèces végétales dominantes dans les lieux de prélèvement, est de disposer d'un indicateur sur la situation minérale (oligo-éléments) des fourrages à la disposition des animaux au moment de l'étude.

Les teneurs en cuivre et zinc paraissent plutôt faibles (les limites de carence sont respectivement de 7 et de 45 ppm). Les échantillons très déficients en zinc le sont aussi, en général, pour le cuivre. Des teneurs très basses sont notées sur les échantillons prélevés dans la dépression du Sac-Allol (carte 1), qu'ils soient ligneux (*Hyphaene thebaica*) ou graminéens (*Sporobolus spicatus* et *Cyperus laevigatus*), dans la mangrove à *Avicennia marina*, dans les fourrages de *Salvadora persica* (région d'Ali-Sabieh et d'Aleili-Dada), dans la plaine du lac Abbé (genre *Lasiurus*). En revanche, la plante succulente dont le nom vernaculaire est « sissa », prélevée dans la plaine de Hanlé, paraît très riche en minéraux, et particulièrement en cuivre, puisque la teneur proche de 20 ppm est supérieure au seuil de toxicité pour les ovins (15 ppm).

Les carences en manganèse sont observées dans le nord du pays (carte 2) et les carences en cobalt dans les échantillons de graminées du Sac-Allol. A l'inverse, certains prélèvements s'avèrent exceptionnellement riches en cobalt : palétuvier de la mangrove (*Avicennia marina*), graminées du Bara-Yer (*Cymbopogon schoenanthus*) et surtout le « sissa » prélevé dans la plaine de Hanlé.

Les teneurs en molybdène sont plutôt élevées et atteignent des seuils toxiques (> 3 ppm) dans les graminées du Sac-Allol, les prélèvements de *Salvadora persica*, l'échantillon de *Suaeda monoica* (plaine de Gaggadé) et surtout l'échantillon de *Tamarix nilotica* au nord du lac Abbé.

De la même façon, les teneurs en iode sont très élevées par rapport aux valeurs habituellement rencontrées et le sélénium dépasse le seuil de toxicité (> 0,5 ppm) dans les échantillons appartenant au genre *Acacia*, de *Conocarpus lancifolius*, et de « webaïto ». La teneur en sélénium dans les échantillons de *Salvadora persica* atteint 10 fois le seuil toxique. A l'inverse, *Avicennia marina* et *Cymbopogon schoenanthus* présentent des teneurs plutôt faibles.

Analyses de sang

Chez toutes les espèces considérées, des valeurs faibles en cuivre plasmatique sont observées. Si les moyennes nationales paraissent globalement être dans les limites considérées comme normales (tabl. III), on relève cependant des teneurs révélatrices de déficience sévère, en particulier chez les petits ruminants et les dromadaires, chez qui sont enregistrées les valeurs les plus faibles (7 µg/100 ml).

TABLEAU II Teneurs en oligo-éléments dans les fourrages prélevés (en ppm sauf pour le soufre : g/kg MS).

Numéro de prélèvement		Cu	Zn	Mn	Co	Mo	I	Se	S
1	<i>Acacia asak</i>	5,4	16,9	36	0,39	0,75	2,60	0,77	2,3
2	<i>Lasiurus scindicus</i> + <i>Panicum turgidum</i>	5,6	15,6	26	0,15	0,55	1,03	0,51	1,9
3	<i>Hyphaene thebaica</i>	2,1	3,2	27	0,11	0,20	4,21	0,20	2,6
4	<i>Cyperus laevigatus</i> + <i>Sporobolus spicatus</i>	2,1	7,3	178	0,06	4,08	3,30	0,10	4,2
5	<i>Acacia nilotica</i>	8,2	22,3	43	0,32	0,80	2,48	1,86	2,1
6	<i>Saccharum officinarum</i> + <i>Zea mais</i>	7,1	13,7	27	0,14	0,69	0,85	0,48	1,2
7	<i>Acacia etbaica</i> + <i>Grewia bicolor</i>	5,4	15,6	68	0,49	0,56	1,49	0,21	2,4
8	<i>Conocarpus lancifolius</i>	7,9	24,9	72	0,74	0,64	0,79	1,02	9,8
9	<i>Salvadora persica</i>	3,8	7,0	21	0,19	3,91	0,60	5,12	17,2
10	<i>Avicennia marina</i>	1,9	8,3	23	1,07	0,49	2,66	0,09	2,7
11	« Webaïto » (<i>Balanites aegyptiaca</i> ?)	7,2	28,7	31	0,11	0,26	0,94	0,56	1,3
12	<i>Salvadora persica</i>	2,7	4,8	45	0,19	4,06	1,30	5,53	11,9
13	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	11,2	29,6	181	1,42	0,81	4,80	0,09	2,9
14	<i>Lasiurus scindicus</i>	3,6	11,8	54	0,17	0,98	1,50	0,29	2,6
15	<i>Tamarix nilotica</i>	14,1	21,1	67	0,79	10,79	2,95	0,36	10,0
16	« Sissa » (<i>Cressa cretica</i> ?)	19,9	19,5	232	2,12	0,21	1,61	0,10	0,8
17	<i>Suaeda monoica</i>	14,9	15,3	105	0,47	5,64	2,81	0,21	6,2

B. Faye M. Kamil M. Labonne

TABLEAU III Valeurs extrêmes et moyenne en cuivre et zinc plasmatique chez les différentes espèces.

	Cuivre ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)				Zinc ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)			
	Bovins (59)	Ovins (83)	Caprins (116)	Camelins (52)	Bovins (59)	Ovins (83)	Caprins (116)	Camelins (52)
Valeurs extrêmes	40-119	18-164	15-201	7-122	59-172	37-164	14-109	9-100
Moyennes	73,8	87,1	94,5	60,7	97,6	71,5	65,9	46,2
Valeurs habituelles	70-120	80-120	80-120	70-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Seuil de carence	60	80	80	60	80	80	80	60

La proportion des valeurs faibles en cuivre plasmatique est de 17 p.100 pour les bovins (valeurs $< 60\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$), 30 et 31 p.100 pour les caprins et les ovins (valeurs $< 80\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$) et 46 p.100 pour les camelins (en retenant une valeur seuil identique à celles des bovins).

A l'inverse, ce sont essentiellement les petits ruminants qui présentent des valeurs élevées : 0 p.100 des bovins, 20 p.100 des caprins, 11 p.100 des ovins et 4 p.100 des camelins présentent des valeurs de la cuprémie supérieures à $120\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$.

La céruloplasmine (Cp) est une protéine de transport du cuivre ; sa teneur est donc corrélée positivement à la cuprémie. Les variations observées dans la présente étude sont proches de celles de la cuprémie. Les valeurs faibles, en référence à une gamme étalon d'unités oxydasiques (UO), concernent 5 p.100 des bovins, 7 p.100 des caprins, 9 p.100 des ovins et 56 p.100 des dromadaires. En moyenne, les taux de Cp sont plus faibles chez cette dernière espèce que chez les autres (tabl. IV).

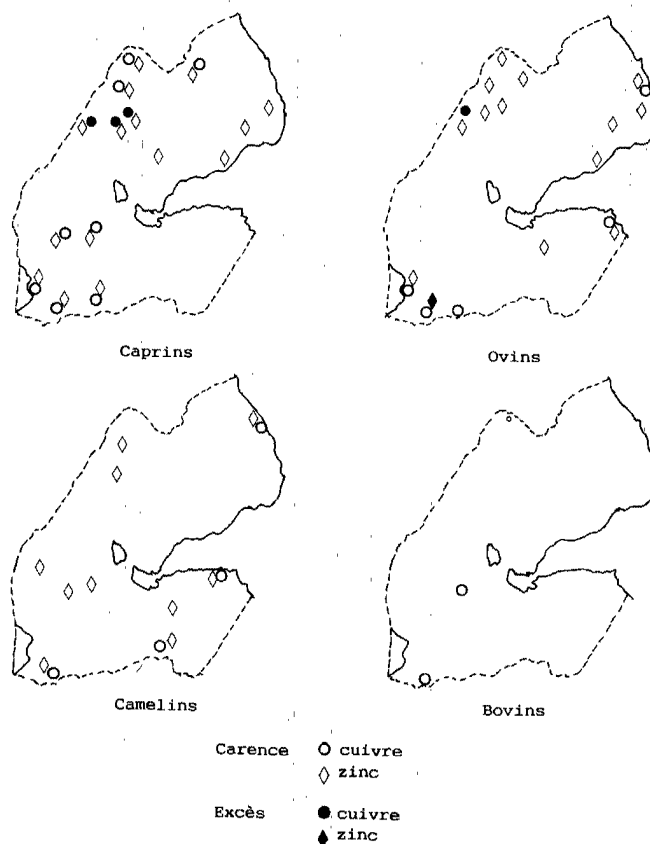
TABLEAU IV Valeurs extrêmes et moyenne des teneurs en céruloplasmine plasmatique (en UO) chez les différentes espèces.

	Bovins (59)	Ovins (83)	Caprins (116)	Camelins (52)
Valeurs extrêmes	33,3-37	31,8-65,6	31,2-84,7	31,8-41,4
Moyenne	42,7	47,4	49,2	35,5
Valeurs habituelles	30-52	35-52	35-52	?

La fréquence des valeurs inférieures au seuil de carence en zinc plasmatique paraît très élevée : 13 p.100 des bovins, 83 p.100 des caprins et 79 p.100 des ovins présentent des valeurs de la zincémie inférieures à $80\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$. Chez le dromadaire, en retenant un seuil de $60\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$, la fréquence de valeurs faibles atteint 90 p.100 !

A l'inverse, les valeurs fortes de zincémie ($> 120\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$) se rencontrent essentiellement chez les bovins (18 p.100) et les ovins (5 p.100).

Les résultats par lieux de prélèvement sont présentés à l'aide d'une série de quatre cartes (une par espèce) indiquant les points où ont été mesurées des teneurs plasmatiques en minéraux insuffisantes ou en excès (carte 3). Ne figurent dans ces cartes que les déficiences et les excès remarquables ou affectant l'ensemble du troupeau.



Carte 3 : Carences et excès en oligo-éléments dans le plasma des ruminants domestiques de Djibouti.

L'analyse de la répartition géographique indique que les carences en cuivre sont très répandues. Les plus sévères sont observées sur toutes les espèces de la région du lac Abbé (As Bahalto, Kouta Bouya, Tamiro) et sur les dromadaires de Siyyan (côte d'Obock). En revanche, aucune carence n'est signalée dans le secteur Nord-Ouest (district de Dorra), sur les animaux transitant autour du Sac-Allol, et sur les troupeaux pâturant dans les monts Goda et Mabla. Des cuprémies faibles sont relevées à Gaggadé dans la forêt d'Andaba, à Aleili-Dada, mais les valeurs observées n'indiquent pas de déficiences sévères et n'affectent que quelques animaux.

Quelques hypercuprémies sont observées chez les petits ruminants dans la région de Dorra et chez les animaux en élevage semi-intensif.

Les déficiences en zinc sont encore plus répandues mais semblent moins sévères que pour le cuivre. Seuls les régions montagneuses du Nord (Mabla et Goda), le Bara-Yer, le Sac-Allol et la région d'Ali-Sabieh sont indemnes d'hypozincémie. En règle générale, les valeurs observées chez le dromadaire sont basses sauf à Agna et Gaggadé (région du Sud-Ouest).

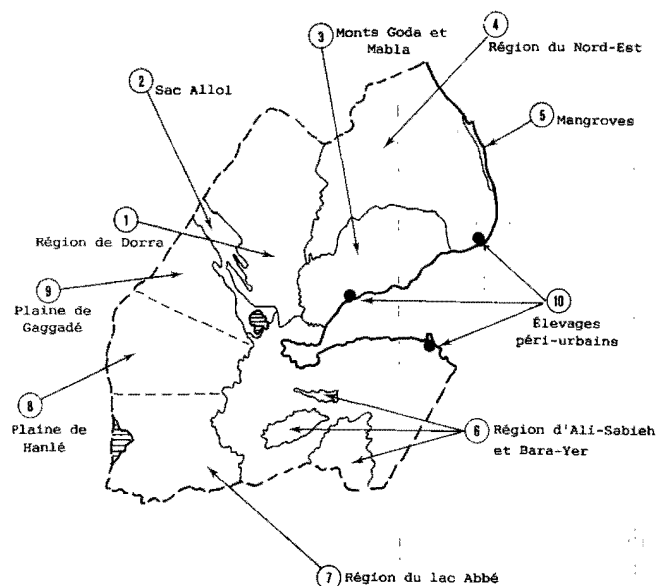
Étude synthétique éco-nutritionnelle

Les résultats d'analyse des fourrages, associés aux analyses de plasma sur des animaux pâturant dans la même zone géographique, doivent permettre une approche éco-nutritionnelle, bien que les déplacements des troupeaux tempèrent l'effet propre de tel ou tel biotope (associé à telle ou telle formation végétale) sur le statut nutritionnel des animaux. Dix régions naturelles ont été retenues (carte 4), chacune regroupant 4 à 9 lieux de prélèvement (10).

Rift Afar (région du Dorra)

Les fourrages de cette région sont polycarencés. Cependant, les valeurs les plus basses sont relevées chez les graminées, observation déjà faite en Éthiopie (13). Or, les ligneux (du genre *Acacia*) représentent l'essentiel des ressources alimentaires des troupeaux caprin et camelin. Les animaux sont surtout carencés en zinc, mais cette déficience n'atteint pas des seuils critiques s'exprimant cliniquement. Des carences en cuivre sont également observées mais sont rarement sévères. La faible teneur en soufre et molybdène dans les fourrages et la dominante ligneuse dans la ration permettent le maintien de l'homéostasie minérale.

Les cas d'hypercuprémie, souvent associés à de l'hypozincémie, relevés dans cette région chez certains animaux, peuvent être liés à une origine inflammatoire. En effet, les pneumopathies sont fréquentes



Carte 4 : Régions naturelles étudiées dans l'analyse éco-nutritionnelle.

chez les petits ruminants pendant la période de l'étude (décembre) (6, 15). Or, toute maladie infectieuse se traduit par une augmentation significative du taux de cuivre circulant et une diminution significative de la zincémie (21). Les carences en zinc sont importantes et quelques cas d'hypocuprémie sont répertoriés.

Rift Afar (zone du Sac-Allol)

Dans cette dépression salée, les ressources fourragères s'avèrent très déficitaires en cuivre, zinc, manganèse et même en cobalt. A cela s'ajoute un excès de molybdène dans les fourrages herbacés.

Ce potentiel de carence ne se traduit pourtant pas par des déficits sévères chez les animaux. Sans doute, l'apport minéral sous forme de sel contenant beaucoup d'impuretés, en provenance de la dépression, compense les risques de carence. D'ailleurs, des indices de sulfate de cuivre sont signalés dans la cuvette du Sac-Allol (5).

Monts Goda et Mabla

Dans les fourrages, les carences sont peu sévères et les animaux de cette région ne présentent pas de déficience en oligo-éléments.

Région du Nord-Est

Les carences en oligo-éléments dans les fourrages paraissent peu importantes sauf dans les fourrés à

B. Faye M. Kamil M. Labonne

Salvadora persica (par ailleurs riches en sélénium, mais aussi en molybdène et soufre, ce qui accentue les risques de déficience en cuivre). Ces caractéristiques semblent être une constante bromatologique de l'espèce, les mêmes particularités étant notées sur l'échantillon de *Salvadora persica* prélevé à Ali-Sabieh, au sud du pays. Cette plante représente une réserve de saison sèche pour les dromadaires, habitués dès leur jeune âge à la consommer. D'après GODET (14), la consommation régulière de *S. persica* oblige à des complémentations, mais l'auteur ne précise pas lesquelles. Le profil minéral de cette plante explique sans doute les cas d'hypocuprémie et d'hypo-zincémie observés dans la région.

Mangroves de la plaine de Doumera

Les formations côtières de type mangrove sont des forêts particulières à base de *Cerriops tagal* et d'*Avicennia marina*, qui fournissent un pâturage réservé aux camelins, de qualité médiocre mais irremplaçable dans cette région très aride.

D'après GODET (14), les camelins venant consommer cette végétation très riche en sodium possèdent une plus grande sobriété et une bonne endurance, mais ils vivraient moins longtemps et souffriraient de carences (non précisées). Compte tenu de leur extrême pauvreté en oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse, sélénium), les formations végétales de la mangrove ne peuvent couvrir les besoins des animaux en minéraux. De fait, on observe une très sévère carence primaire en cuivre associée à un déficit en zinc. Les valeurs de la cuprémie sont les plus basses et n'ont jamais été répertoriées dans la littérature pour cette espèce. En moyenne, dans la République de Djibouti, les valeurs en cuivre et zinc observées sur l'espèce cameline s'avèrent particulièrement faibles (tabl. V).

Les teneurs en céruloplasmine sont également très faibles. Il semble que l'espèce cameline présente globalement un taux plus bas que les autres, constatation déjà faite (12) et qui confirme les résultats de SRIVASTAVA et DWARAKNATH (23).

Région d'Ali-Sabieh et Bara-Yer

Les caractéristiques bromatologiques de *Salvadora persica*, déjà mentionnées, expliquent les carences en cuivre et zinc observées chez certains dromadaires, phénomène absent chez les autres espèces qui ne consomment pas cette plante, ni chez les camelins du Bara-Yer proche, où l'on ne rencontre pas ce type de fourré.

Dans le Bara-Yer, le couvert herbacé à *Cymbopogon* s'avère déficient en zinc et en sélénium. Les animaux de cette zone sont d'ailleurs légèrement déficients en zinc.

Région du lac Abbé

La végétation de la plaine du lac Abbé se caractérise par une carence en cuivre et zinc associée à des taux excessifs en molybdène et soufre. Sur les animaux, en particulier les petits ruminants, la carence secondaire en cuivre ainsi induite se manifeste par des symptômes cliniques d'ataxie néonatale. Une interférence est décelable à partir d'une dose de 2,4 mg de molybdène/kg de matière sèche (20). Dans les fourrages prélevés dans la région d'Awash, de telles interférences avaient également été constatées (9), ce qui semble courant dans les régions volcaniques (18).

Cette région présente donc une pathologie carencielle de même nature que celle rencontrée dans les zones écologiquement proches du Rift éthiopien et kényan

TABLEAU V Moyenne des valeurs de la cuprémie et de la zincémie mesurées sur les quatre espèces de ruminants domestiques en Afrique de l'Est.

	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	Auteurs	Pays
Cuivre	73,6 (71)	85,0 (111)	78,9 (24)	97,6 (19)	Tartour (24)	Soudan
	64,5 (432)	89,2 (425)	95,1 (173)	107,0 (53)	Faye <i>et al.</i> (12)	Éthiopie
	73,9 (59)	87,2 (80)	94,5 (118)	60,7 (52)	Résultats de cette étude	Djibouti
Zinc	113,5 (71)	114,2 (111)	107,7 (24)	100,4 (19)	Faye <i>et al.</i> (12)	Éthiopie
	97,6 (59)	71,5 (80)	65,9 (118)	46,2 (52)	Résultats de cette étude	Djibouti

* Entre parenthèses : effectifs.

(12, 16). Du reste, le « degamaka », nom donné à l'ataxie néonatale par les éleveurs Afar, constitue une entité pathologique parfaitement connue des pasteurs de la région.

Plaine de Hanlé

La plante dénommée « sissa » par les pasteurs Afar (*Cressa cretica* ?) est une formation végétale succulente qui semble être apparue de façon très temporaire à la suite d'une pluie récente lors de notre passage. Très riche en cuivre, elle est cependant déficiente en zinc ; de légères subcarences sont observées chez les dromadaires, qui semblent particulièrement friands de ce fourrage. Les petits ruminants, ne consommant pas cette plante, présentent des cuprémies inférieures aux normes habituelles.

Plaine de Gaggadé

Cette zone comprend des formations végétales succulentes avec des plantes du genre *Suaeda*, riches en molybdène, mais déficitaires en zinc. Les animaux sont carencés en cuivre (rôle du molybdène) et en zinc, sauf les ovins en provenance des zones montagneuses du Nord.

Élevages péri-urbains intensifs

Les troupeaux en provenance de ces élevages ne sont pas soumis aux aléas des seules ressources fourragères du milieu. En conséquence, leur profil minéral est

différent et, mis à part les chamelles laitières de Dorale, les déficits minéraux en cuivre et zinc sont quasiment absents.

L'ensemble des remarques faites dans le cadre de cette analyse éco-nutritionnelle est répertorié dans le tableau VI. Les relations sol-plante-animal sont complexes et il n'est pas possible d'établir des liens directs de causalité, mais simplement un faisceau de facteurs du milieu pouvant favoriser l'expression clinique d'une déficience chez les animaux.

CONCLUSION

L'hypothèse de carences sévères en cuivre, observées dans les pays voisins est confirmée dans la République de Djibouti. Le déficit minéral est important sur l'ensemble du troupeau. Il concerne le zinc, dont la carence est généralisée, et le cuivre dont on peut observer une expression clinique patente de sa carence sous forme d'ataxie néonatale. Par ailleurs, on manque d'informations sanitaires concernant les troubles cutanés qui pourraient se rapporter à des carences cliniques en zinc. Ces déficits observés sont fortement liés à l'excès de certains éléments minéraux (soufre et molybdène) qui, par leurs interactions, agissent sur le métabolisme des éléments plus rares dans le milieu.

Il incombe maintenant aux responsables de la santé

TABLEAU VI Caractéristiques pédo-géologiques dominantes et statut minéral des fourrages et des animaux dans les dix régions naturelles de Djibouti.

Région naturelle *	Caractéristique pédo-géologique	Statut minéral des fourrages	Statut minéral des animaux
1	Fractures basaltiques	Polycarence Cu, Zn, Mn	Légère déficience Zn et Cu
2	Dépression salée	Polycarence Cu, Zn, Mn, Co Excès Mo (ligneux)	Pas de déficience
3	Montagnes de ryolithes	Légère carence Cu, Mn	Pas de déficience
4	Massif basaltique	Polycarence Cu, Zn, Mn Excès Mo, S, Se sur <i>Salvadora p.</i>	Légère déficience Cu, Zn
5	Plaine à alluvions fluviomarins	Polycarence sévère Cu, Zn, Se	Forte carence Cu, Zn
6	Plaine sablo-argileuse (Bara)	Légère déficience Cu, Zn, Se Excès Mo, S, Se sur <i>Salvadora p.</i>	Carence Cu, Zn (fourrés à <i>Salvadora p.</i>)
7	Zone limoneuse	Polycarence Cu, Zn Excès marqué Mo, S	Ataxie néonatale (carence en Cu) Déficience Zn
8	Plaine sablo-gravillonnaire	Légère carence Zn Excès cuivre sur « sissa »	Légère déficience Zn
9	Plaine à sables basaltiques et argiles	Légère carence Zn Excès Mo (ligneux)	Légère déficience Cu, Zn
10		Peu de carences	Pas de déficience

* Cf. carte 4.

B. Faye M. Kamil M. Labonne

animale dans ce pays de prendre les mesures appropriées pour assurer une complémentation minérale susceptible de couvrir les besoins des troupeaux et supprimer ainsi ce qui paraît être un facteur limitant considérable de l'élevage en République de Djibouti.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été menée dans le cadre d'une mission émanant du ministère de la Coopération, sous la responsabilité du Dr LAURENT. Nous remercions tous ceux qui ont contribué à sa réalisation, que ce soit sur le terrain à Djibouti, au laboratoire du Centre de recherches de Theix, ou à l'IEMVT. Nous remercions également la rédaction de la Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire pour la mise au point du manuscrit.

FAYE (B.), KAMIL (M.), LABONNE (M.). Trace elements in feedstuffs and blood plasma of ruminants in Djibouti. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 365-373

The level of trace elements was measured in 17 samples of various feedstuffs as well as in 310 blood samples of domestic animals (116 goats, 83 sheep, 52 camels and 59 cattle) from 38 different locations. Zinc deficiency was currently found throughout the country except in cattle (97.9 µg/ml) (71.5 µg/ml in goats, 65.9 in sheep and 46.2 in camels). Primary copper deficiency was severe in camels grazing in mangrove (Obock Coast) whereas swayback (neonatal ataxia), due to secondary copper deficiency (linked to molybdenum and sulphur in excess) was observed near lake Abbe. The mineral composition of *Salvadora persica* was particularly poor in copper, zinc and manganese, but rich in molybdenum, selenium and sulphur. *Avicennia marina* from mangrove was very poor in copper, zinc, manganese, and selenium and rich in iodine and cobalt. Ten natural geographical areas were studied in order to determine the mineral status of the herds and potential deficiency to toxicity of major feedstuffs in these 10 biotopes. *Key words* : Cattle - Sheep - Goat - Camel - Deficiency - Trace element - Copper - Zinc - Ceruloplasmine - Sulphur - Molybdenum - Selenium - Manganese - Iodine - Cobalt - Toxicity - Djibouti.

FAYE (B.), KAMIL (M.), LABONNE (M.). Cantidad de oligoelementos en los forrajes y el plasma de los ruminantes domésticos en República de Djibouti. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 365-373

El análisis de las cantidades de oligoelementos de 17 forrajes y 310 plasmas (116 cabras, 83 ovejas, 52 dromedarios, 59 bovinos) provenientes de 38 sitios de muestras permitió evidenciar : la extensión de las carencias de cinc en todo el país con valores medios, con excepción de los bovinos, inferiores a las normas admitidas (97,9 µg/100 ml para los bovinos, 71,5 para las cabras, 65,9 para las ovejas y 46,2 para los dromedarios) ; la gravedad de las carencias primarias de cobre en los dromedarios pastoreando en los manglares de la costa de Obock ; la presencia de ataxia neonatal causada por una carencia secundaria de cobre (ligada a un exceso de molibdeno y de azufre) en la región del lago Abbé ; las particularidades de la composición mineral de las malezas a *Salvadora persica* (pobres de cobre, cinc, manganesa y ricas en exceso de molibdeno, selenio y azufre) y del manglar (muy pobre de cobre, cinc, manganesa y selenio). Se analizan diez zonas geográficas naturales desde el punto de vista del estado mineral de los hatos y de las carencias o excesos potenciales ligados a los forrajes dominantes de estos diez biotopos. *Palabras claves* : Bovino - Ovino - Caprino - Dromedario - Carencia - Oligoelemento - Cobre - Cinc - Ceruloplasmina - Azufre - Molibdeno - Selenio - Manganesa - Yodo - Cobalto - Toxicidad - Djibouti.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDRU (J.), CÉSAR (J.), FORGIARINI (G.), LEBRUN (J.P.). La végétation et les potentialités pastorales de la République de Djibouti. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 384 p.
2. AUMONT (G.), TRESSOL (J.C.). Improved routine method for the determination of total iodine in urine and milk. *Analyst*, 1986, (111) : 841-843.
3. BELLANGER (J.). Le dosage des oligo-éléments dans les fourrages. *Annls Nutr. Alim.*, 1971, 25 (5) : 59-96.
4. BELLANGER (J.), LAMAND (M.). Méthode de dosage du cuivre et du zinc plasmatique. *Bull. tech. Cent. Rech. zoot. vét.*, INRA, Theix, 1975, 20 : 53-54.

5. BESAIRIE (H.). La Côte Française des Somalis. Rapport de mission. Paris, Haut Commissariat de Madagascar et des Dépendances, 1949. 35 p.
6. BOHRAMAN (R.), SCHULTEBEYRING (S.), FETZER (B.). Enquêtes épidémiologiques pour l'amélioration de la santé animale en République de Djibouti. Hanovre, GTZ, 1986. 105 p.
7. CHACORNAC (J.P.), BARNOUIN (J.), RABOISSON (T.). Micro-dosage automatisé de la céruloplasmine plasmatique par mesure de l'activité oxydasique chez les bovins et les ovins. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1986, **26** (2A) : 417-427.
8. DUVAL (L.). Le dosage du molybdène dans les végétaux. Examen de divers procédés de détermination. *Annls agric.*, 1971, **22** (1) : 127-147.
9. FAYE (B.). Effet de l'irrigation des pâturages sur la carence en oligo-éléments chez la brebis. In : Conditions et effets des excès d'eau en agriculture. Séminaire d'agrométéorologie, Paris, 9-11 octobre 1985. Paris, Publ. INRA, 1985. P. 247-252.
10. FAYE (B.). Statut nutritionnel du bétail dans la République de Djibouti. Paris, ministère de la Coopération, 1989. 111 p.
11. FAYE (B.), GRILLET (C.). La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Éthiopie). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (1) : 42-60.
12. FAYE (B.), GRILLET (C.), TESSEMA (A.). Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants en Éthiopie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (2) : 227-237.
13. FAYE (B.), TISSERAND (J.L.). Problèmes de la détermination de la valeur alimentaire des fourrages prélevés par le dromadaire. Séminaire CIHEAM, Ouargla, Algérie, 28-29 février 1988. *Options méd.*, Sér. A, 1989, **2** : 61-65.
14. GODET (J.). Notes sur l'élevage camelin en République de Djibouti. Djibouti, ISERT, 1985. 84 p.
15. HAUMESSER (J.B.). Projet d'amélioration de la santé animale en République de Djibouti pour les années 1982 à 1985. Maisons-Alfort, IEMVT, 1981. 39 p.
16. HEDGER (R.S.), HOWARD (D.A.), BURDIN (M.L.). The occurrence in goats and sheep in Kenya of a disease closely similar to sway-back. *Vet. Rec.*, 1964, **76** (18) : 493-497.
17. HOCQUELET (P.). Dosage du cobalt dans les aliments des animaux par spectrophotomètre d'absorption atomique avec flamme et sans flamme. *Annls Falsif. Expert. chim.*, 1974, **67** : 721-722.
18. IRWIN (N.R.), BERGWIN (W.C.), SAWA (T.R.), MCKINNEY (L.B.), KIMURA (H.). Poor growth performance associated with hypocupremia in Hawaiian feedlot cattle. *J. Am. vet. med. Ass.*, 1979, **147** (6) : 590-593.
19. LAMAND (M.). Dosage du sélénium dans les produits biologiques et les mélanges minéraux alimentaires. *Annls Falsif. Expert. chim.*, 1969, **62** : 4-12.
20. LAMAND (M.). Influence of molybdene and sulfur on copper metabolism in sheep. Comparison of elemental sulfur and sulfate. *Annls Rech. vét.*, 1989, **20** (1) : 103-106.
21. LAMAND (M.), LEVIEUX (D.). Effects of infection on plasma levels of copper and zinc in ewes. *Annls Rech. vét.*, 1981, **12** (2) : 133-136.
22. ROEDER (P.L.). Enzootic ataxia of lambs and kids in the Ethiopian Rift valley. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1980, **12** : 229-233.
23. SRIVASTAVA (K.B.), DWARAKNATH (P.K.). Ceruloplasmin (copper oxidase) activity in the serum of animals. *Ind. J. Anim. Sci.*, 1971, **41** (11) : 1044-1046.
24. TARTOUR (G.). Copper status in livestock pasture and soil in Western Sudan. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1975, **7** : 87-94.