

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Teneurs en oligo-éléments cuivre (Cu), fer (Fe), manganèse (Mn) et zinc (Zn), et rapport fer-manganèse (Fe : Mn) des pâturages naturels de la Sous-Région de l'Ituri (République du Zaïre).

V. Sikumbili* et S. Mandiki**

Résumé

Les teneurs en oligo-éléments (Cu, Fe, Mn, Zn) et le rapport fer-manganèse (Fe : Mn) ont été déterminés dans 91 échantillons d'herbes de pâtures en provenance de différentes localités de la Sous-Région administrative de l'Ituri, au Zaïre. Ces échantillons avaient été divisés en 3 groupes ou secteurs selon leur origine géographique (secteurs Sud, Centre et Nord) et appartiennent à 20 espèces de graminées différentes. Les résultats d'analyse ont montré des taux de zinc en général très bas (moyenne globale de 36.40 ppm MS), et des valeurs normales pour le cuivre, le fer et le manganèse (moyennes générales respectives de 12.33 ppm MS, 103.75 ppm MS et 81.75 ppm MS). Le rapport fer-manganèse moyen s'est avéré satisfaisant (1.68) dans l'ensemble des 3 secteurs, mais a présenté des valeurs nettement insuffisantes dans le Centre (1.36) et dans le Nord du territoire étudié (1.25).

Summary

The concentrations of Copper, Iron, Manganese and Zinc, and the Iron to Manganese ratios were determined in 91 samples of pasture grasses from different parts of Ituri area, in Zaire. The samples were divided into 3 groups or sectors according to their geographic origin (southern, middle and northern), and refer to 20 different species of graminaceae. Analytical results showed normal levels of Copper, Iron and Manganese (Overall mean values of 12.33 ppm DM, 103.75 ppm DM and 81.75 ppm DM respectively). The levels of Zinc were generally very low and the mean value in the whole material was 36.40 ppm DM. The general mean value of the Iron to Manganese ratio of 1.68 was satisfactory in spite of slightly low values in the middle (1.36) and the north (1.25).

Note préliminaire :

La détermination des teneurs en éléments majeurs (K, Ca, Mg, P, N, et S) ainsi que l'évaluation énergétique et protéique des pâturages feront l'objet d'un article ultérieur.

La connaissance de la composition chimique de l'herbe est donc nécessaire pour déterminer la valeur nutritive d'un pâturage, étudier son utilisation par le bétail et suivre son influence sur le développement et la productivité des animaux.

1. Introduction

Au Zaïre, spécialement dans ses zones Est et Nord-Est, le pâturage tant naturel qu'artificiel joue un grand rôle dans l'élevage, étant donné qu'il constitue le plus souvent l'unique source d'aliment (protéines, hydrates de carbone, minéraux, vitamines, etc...) pour le bétail.

Des travaux de ce genre sont très rares dans ce pays (faute sans doute de moyens matériels suffisants) et les quelques études de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (I.N.E.A.C.) que nous connaissons (9, 10) sont déjà trop anciennes, étant donné la dynamique des pâturages et l'évolution des méthodes d'analyse. D'où la nécessité de notre travail.

* Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, Avenue Paul Héger, 28, C.P. 169, B - 1050 Bruxelles

** Laboratoire de Physiologie Animale, 61, rue de Bruxelles, 5000 Namur

2. Quelques caractéristiques du milieu.

2.1. Cadre géographique

La région étudiée est située au Nord-Est du Zaïre entre 27°15' et 31°30' de longitude Est, et 1° et 3°30' de latitude Nord. Elle forme la frontière du pays au Nord et au Nord-Est avec la République du Soudan, et à l'Est avec celle de l'Ouganda (13).

2.2 Climat.

Selon Sys et Hubert (23), la Sous-Région de l'Ituri appartient aux régions climatiques Cf, Aw₂N et Aw₃N définies suivant les critères de Köppen.

— Zone climatique Cf de Köppen : elle caractérise la crête Zaïre - Nil. Elle comprend la zone géographique du Haut-Ituri, le mont Hoyo et les monts Mitumba (ex Monts Bleus). Le régime pluviométrique est caractérisé par des maxima se situant en avril et en septembre. Les minima se situent en janvier et en juin. La côte udométrique annuelle est de 1270 mm. La petite saison sèche est plus marquée, tandis que la grande saison sèche se situe de décembre à janvier-février. La température annuelle moyenne est de 19,4°C.

— Zone climatique Aw de Köppen : la région climatique Aw₃ de Köppen caractérise la majeure partie du territoire de Mahagi ainsi qu'un débordement sur Aru. Cette région a une saison sèche de 3 mois et présente des côtes udométriques variant de 1250 à 1600 mm. Dans la partie Nord-Est de la zone Aw₃ (territoire d'Aru), la saison sèche est très dure par suite de l'action des vents secs venant du Soudan. Le régime pluviométrique montre des maxima se situant en mars-avril et août, mois le plus arrosé. La petite saison sèche, en mai et juin, est peu accusée. La température annuelle moyenne est de 21,8°C. La zone géographique d'une partie du territoire d'Aru, l'extrême Ouest de Mahagi et le Nord-Est de Djugu est une zone de transition vers le type climatique Aw₂N de Köppen.

2.3. Sol et végétation

Du point de vue phytogéographie, la Sous-Région de l'Ituri appartient à la région soudano-zambézienne, district oriental, secteur du lac Mobutu (ex Albert). Holöwaychuck (11) citant Lebrun distingue : les savannes de moyenne altitude (< 1500 m), les savanes de haute altitude (> 1500 m) et la zone des savanes du lac Mobutu, sur le versant de la dorsale. La formation dominante de la région est représentée par des savanes herbeuses entrecoupées de gales forestières et de rivières marécageuses. L'influence de l'homme est considérable ; elle se manifeste par des feux de brousse, la culture et l'élevage. Pour Harrington (8), les pâturages disponibles pour l'élevage dans cette Sous-Région peuvent être groupés en 4 types principaux :

— Pâturages du Sud (environ 151.000 ha)

Ce sont des pâturages à hautes herbes où prédomine *Hyparrhenia diplandra* avec une faible densité d'arbres et d'arbustes. Comme espèces secondaires, on y trouve notamment *Cymbopogon afronardus*, *Imperata cylindrica*, *Setaria trinerva*, *Brachiaria brizantha*, *Themeda triandra*, *Sporobolus pyramidalis*, *Aristida spp*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Echinochloa spp*, *Beckeropsis uniseta*, *Loudetia arundinaceae*.

Les sols sont généralement constitués de glaises argileuses de couleur brun foncé. Ils présentent une érosion faible ou nulle, et une fertilité en général bonne.

— Pâturages du Nord (± 480.500 ha)

Ces pâturages à herbes moyennes et hautes sont à base d'*Hyparrhenia cymbaria* et de *Brachiaria brizantha*. Comme espèces secondaires on y rencontre couramment *Setaria sphacelata*, *Panicum maximum*, *Digitaria vestita*, *Pennisetum purpureum*, *Imperata cylindrica*, *Pteridium aquilinum*, *Hyparrhenia diplandra*, *Loudetia arundinacea*, *Beckeropsis uniseta*, *Sporobolus spp*, *Eragrostis spp*, *Cynodon spp*, *Hyparrhenia filipendula*, *Brachiaria fulva*, *Setaria trinerva* et *Cymbopogon afronardus*, pour ne citer que celles-là.

Les sols sont de types divers : dépôts argileux de couleur rouge-brun, latérites pierreuses, glaises argileuses latérisées de couleur rouge contenant du minerai de fer, dépôts provenant de schistes et de mica. Erosion faible ou nulle, mais importante sur les pentes fortes et dans les prairies surpâturées (région de Kerekere en particulier).

— Pâturages du Centre (± 10.000 ha)

Ils sont situés à plus de 1500 m d'altitude et dominés par *Setaria sphacelata* fortement concurrencé par *Digitaria vestita*, *Melinis minutiflora* et *Digitaria maitlandii*. Parmi les espèces secondaires, on y rencontre fréquemment *Brachiaria brizantha*, *Hyparrhenia cymbaria*, *Hyparrhenia diplandra*, *Hyparrhenia rufa*, *Setaria trinerva*, *Bromus spp* et *Cymbopogon afronardus*.

Les sols sont surtout des argiles rouges lourds. Ils sont en général assez fertiles sauf autour de Nioka. L'érosion est faible mais forte au pied des pentes.

— Pâturages très hauts du type *Beckeropsis uniseta* et *Panicum maximum* (± 69.500 ha) qu'on rencontre fréquemment dans le Sud, autour de Kasenyi et au Nord et à l'Ouest d'Irumu. Ces pâturages sont souvent supportés par des sols du type alluvionnaire ou marécageux, et n'intéressent pas notre étude.

3. Matériel et méthodes d'analyse.

3.1. Matériel.

Les échantillons analysés étaient reçus de l'I.F.A. (Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi) et avaient été récoltés pendant la grande saison sèche (en décembre 1981/janvier 1982) en l'espace de quelques semaines. Ils étaient prélevés sur l'herbe tendre, entre la montaison et la floraison. Parmi eux, 62 avaient été récoltés dans le sud, 14 dans le Centre et 15 dans le Nord. Ils étaient tous emballés dans de petits sacs en plastique, préséchés et finement hachés.

3.2. Analyses

Pour la détermination de ces 4 oligo-éléments (cuivre, fer, manganèse et zinc), la minéralisation du matériel végétal (1 gramme de poudre végétale séchée dans une étuve ventilée à 105°C jusqu'à poids constant, puis refroidie au dessiccateur) a été faite par voie sèche au four à 560°C pendant 4 heures de temps. Après dilution en milieu acide (5cc d'acide nitrique 7N) dans des ballons de 100 ml, les éléments étaient déterminés par spectrophotométrie d'absorption atomique à des longueurs d'onde respectives de 2795 Å, 2852 Å, 2483 Å et 3247 Å. Les résultats sont donnés en ppm MS (ou mg/kg MS).

4. Résultats analytiques et commentaires.

Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux 1, 2, 3 et 4. Le premier montre les valeurs moyennes, les déviations standard, les étendues de variation, les pourcentages d'échantillons en dehors des limites critiques ou optimales pour les différents éléments, les rapports fer-manganèse ainsi que les différences entre les valeurs moyennes des trois groupes d'échantillons. Le second présente la situation (moyenne, valeurs extrêmes) par localité, et le troisième met en évidence l'antagonisme fer-manganèse bien connu chez les plantes. Quant au quatrième, il consiste en une évaluation récapitulative des teneurs consignées dans le second.

Cendres.

Nous avons noté une assez faible variation dans les teneurs en cendres des échantillons examinés (valeurs extrêmes de 5.13 et 19.16% donnant un rapport des extrêmes de 3,73). Les teneurs moyennes observées dans les trois groupes sont respectivement de 11.46%, 9.40% et 12.11% pour le Sud, le Centre et le Nord, et la moyenne générale de tout le matériel végétal est de 11.25%.

Statistiquement, elles ne montrent aucune différence significative (au seuil de 5%) entre elles, et traduisent une richesse moyenne en éléments minéraux qui, d'après Duvigneaud (6), doit se situer entre 9 et 16% de cendres chez les espèces herbacées.

TABLEAU 1

Teneurs en cendres et en oligo-éléments (Cu, Fe, Mn, Zn) et rapport Fer-Manganèse (Fe: Mn) des pâturages naturels de l'Ituri (Zaire).

	Secteur Sud (Groupe A)	Secteur Centre (Groupe B)	Secteur Nord (Groupe C)
Nombre d'échantillons	62	14	15
Cendres (% M.S.)			
Moyenne ± S.E.	11.46 ± 0.58	9.40 ± 0.88	12.11 ± 0.77
Valeurs extrêmes	5.13 — 22.11	5.91 — 15.63	7.73 — 19.16
Cu (ppm M.S.)			
Moyenne ± S.E.	13.12 ± 0.88 ^a	12.39 ± 1.36 ^a	12.06 ± 1.00 ^a
Valeurs extrêmes	5.44 — 32.65	6.12 — 27.22	4.07 — 17.70
Echantil. < 5 ppm	0%	0%	6.66%
Zn (ppm M.S.)			
Moyenne ± S.E.	39.54 ± 6.03 (1) ^a	37.46 ± 10.26 (2) ^a	22.04 ± 6.65 (3) ^a
Valeurs extrêmes	8.88 — 729.29	12.20 — 706.33	6.45 — 232.31
Echantil. < 45 ppm	72.58%	64.28%	80%
Echantil. > 500 ppm	3.22%	14.28%	0%
Fe (ppm M.S.)			
Moyenne ± S.E.	109.52 ± 10.65 (4) ^a	98.80 ± 17.53 ^a	84.93 ± 8.73 ^a
Valeurs extrêmes	44.54 — 10.96	48.73 — 288.88	13.32 — 142.81
Echantil. < 30 ppm	69.35%	64.28%	73.33%
Echantil. > 20 ppm	0%	0%	6.66%
Mn (ppm M.S.)			
Moyenne ± S.E.	77.45 ± 6.47 ^a	110.13 ± 15.71 ^{ab}	73.07 ± 8.84 ^a
Valeurs extrêmes	17.65 — 226.98	32.76 — 210.24	14.76 — 126.88
Echantil. < 20 ppm	4.80%	0%	6.66%
Fe: Mn			
Moyenne ± S.E.	1.90 ± 0.19 (4) ^a , (5)	1.36 ± 0.43 ^a	1.25 ± 0.11 ^a
Valeurs extrêmes	0.35 — 10.43	0.27 — 6.47	0.68 — 2.35
Echantil. < 1.50	50%	85.71%	80%
Echantil. > 2.60	19.35%	14.28%	0%

Voir légendes des tableaux.

Cuivre.

Les valeurs moyennes de cuivre dans les pâturages (respectivement 13.12 ppm MS, 12.39 ppm MS et 12.06 ppm MS pour les groupes A, B et C) sont normales à condition que les taux de molybdène et de sulfate soient normaux (1). La quantité minimale de soufre requise a été estimée à 0.1 - 0.2% MS dans la ration (7), et l'augmentation du taux de soufre a un effet synergique sur l'action antagoniste du molybdène sur la rétention du cuivre (7). Selon Buck (3), les rations avec moins de 0,5 ppm MS de molybdène peuvent provoquer une intoxication cuprique chez les moutons en diète avec des taux normaux de cuivre de 8 à 10 ppm MS.

Les valeurs moyennes de cuivre de nos échantillons sont sensiblement égales et ne présentent aucune différence statistiquement significative (au seuil de 5%) entre elles. Elles sont toutes supérieures à la valeur limite inférieure de 7 ppm MS fixée par l'I.N.R.A. (12) et à celle de 5 ppm MS avancée par Froslie (7) en Norvège, et par Mc Dowell et Conrad (17) pour l'Amérique Latine. La moyenne globale de 12.83 ppm MS diffère par contre notablement de celle de 3.80 ppm MS obtenue par Hennaux (9) dans la même région, et qui dénote une carence légère en cet élément.

TABLEAU 2
Teneurs en oligo-éléments des principales espèces pastorales de l'Ituri par secteur et par localité.

SECTEUR	LOCALITÉ	Cu (ppmMS)		Fe (ppm MS)		Mn (ppm MS)		Zn (ppm MS)		Fe : Mn	
		extrêmes	moyennes	extrêmes	moyennes	extrêmes	moyennes	extrêmes	moyennes	extrêmes	moyennes
SUD (groupe A)	BOGA	6.12 - 16.23	11.04 (8)	54.52 - 199.55	99.05 (8)	75.55 - 201.35	132.77 (8)	12.49 - 117.69	39.51 (8)	0.35 - 1.25	0.77 (8)
	BOGORO	8.14 - 20.42	12.99 (10)	53.05 - 110.52	80.32 (10)	32.04 - 82.93	47.36 (10)	10.91 - 153.25	35.14 (10)	0.64 - 3.06	1.88 (10)
	DIANGO	8.17 - 16.33	12.75 (8)	53.05 - 109.6	129.83 (7)	36.66 - 105.13	61.04 (8)	11.26 - 729.29	13.97 (7)*	1.24 - 10.43	2.15 (7)*
	GETY	10.89 - 31.29	19.73 (4)	77.83 - 118.40	105.50 (4)	56.16 - 226.98	128.57 (4)	18.20 - 286.02	99.60 (4)	0.51 - 1.95	1.06 (4)
	IRUMU	6.12 - 24.44	11.78 (6)	44.54 - 400.48	146.52 (6)	35.78 - 122.52	63.53 (6)	12.13 - 123.48	77.42 (6)	1.16 - 3.27	2.17 (6)
	KASENYI	6.12 - 17.70	10.49 (7)	38.37 - 264.20	93.22 (7)	22.34 - 78.30	46.03 (7)	10.99 - 52.46	24.60 (7)	0.82 - 4.06	2.13 (7)
	KOMANDA	5.44 - 34.01	18.25 (7)	49.26 - 137.15	91.37 (7)	23.34 - 201.35	109.47 (7)	12.04 - 61.39	29.71 (7)	0.45 - 2.27	1.03 (7)
	MUZIPELA	6.12 - 32.65	11.44 (6)	64.41 - 476.15	193.55 (6)	42.99 - 140.76	97.5 (6)	9.78 - 555.62	23.03 (6)	0.54 - 3.38	1.94 (6)
NYANKUNDE	5.44 - 27.14	12.34 (6)	48.73 - 94.94	70.34 (6)	19.44 - 68.35	34.81 (6)	18.84 - 92.58	41.50 (6)	0.81 - 4.79	2.70 (6)	
CENTRE (groupe B)	BUBA	9.51 - 16.33	12.92 (2)	54.52 - 170.70	112.61 (2)	67.74 - 163.49	115.61 (2)	12.39 - 706.33	12.39 (1)*	0.80 - 1.04	0.92 (2)
	LODA	—	11.57 (1)	—	75.94 (1)	—	59.98 (1)	—	23.20 (1)	—	1.27 (1)
	MAHAGI	6.12 - 14.29	11.02 (5)	48.73 - 108.30	74.80 (5)	32.76 - 160.21	96.19 (5)	12.20 - 96.36	33.86 (5)	0.31 - 3.14	1.25 (5)
	NIOKA	8.17 - 27.22	15.42 (3)	79.74 - 288.88	153.38 (3)	44.64 - 210.24	125.70 (3)	24.08 - 122.5	57.21 (3)	0.38 - 6.47	2.53 (3)
	RETHY (ferme)	—	12.93 (1)	—	138.78 (1)	—	137.74 (1)	—	23.20 (1)	—	1.01 (1)
ZAA	8.17 - 13.61	10.89 (2)	49.26 - 59.92	54.59 (2)	72 - 182.88	127.44 (2)	49.86 - 595.39	49.86 (1)*	0.27 - 0.83	0.55 (2)	
NORD (Groupe C)	NDERI (ARU NORD)	4.07 - 17.70	11.50 (11)	13.32 - 131.18	79.47 (11)	14.76 - 126.88	68.21 (11)	6.45 - 232.31	21.89 (10)*	0.68 - 2.35	1.28 (11)
	ONDOLEA (ARU SUD)	—	10.88 (1)	—	49.26 (1)	—	43.24 (1)	—	11.44 (1)	—	1.14 (1)
	STIEU (ferme)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(ARU SUD)	10.89 - 17.70	14.52 (3)	97.46 - 142.81	116.93 (3)	93.12 - 108.16	100.82 (3)	11.63 - 54.17	26.09 (3)	0.96 - 1.32	1.15 (3)

Fer.

Nous avons observé une grande variation dans les teneurs en fer des échantillons d'herbe. Dans tout le matériel, la valeur moyenne a été de 103.75 ppm MS et les extrêmes de 13.32 ppm MS à 1026 ppm MS, donnant un rapport des extrêmes de 82.28. Malgré cette grande variation dans l'ensemble des résultats, la différence entre les groupes de pâturages n'était pas significative au seuil de 5%.

Partout, la teneur moyenne était de loin supérieure à l'optimum de 8 ppm MS admis par l'A.R.C. (in I.N.R.A., 12). Les valeurs moyennes respectives de 109.52 ppm MS, 98.70 ppm MS et 84.90 ppm MS pour les groupes A, B et C se rapprochent de celle de 100 ppm MS considérée comme seuil de carence (17) chez les animaux au pâturage et s'accordent bien avec celle de 101 ppm MS observée par Lejoly et Nyakabwa (15) dans un groupement de *Paspalum conjugatum* à Kisangani (Haut-Zaïre). Par contre, elles s'écartent notablement de la teneur moyenne de 717 ppm MS rencontrée par Hennaux (9) dans la même région, sur un total de 4 échantillons seulement.

Les fourrages des régions tropicales sont souvent riches en fer dont les teneurs moyennes de 200 à 500 ppm MS ne sont pas rares (21), et les valeurs moyennes obtenues pour nos échantillons d'herbes n'ont donc rien d'extraordinaire. Ils proviennent d'ailleurs pour la plupart des pâtures poussées sur sols argileux ou ferrallitiques et qui, d'après le même auteur, peuvent atteindre des taux de 2000 à 3000 ppm MS.

Les apports exogènes de fer par des poussières et par de l'eau de pluie constituent également des facteurs non négligeables d'enrichissement des fourrages en cet élément.

Manganèse

Les valeurs moyennes du manganèse dans toute l'étendue étaient de 77.45 ppm MS au Sud, de 110.13 ppm MS au Centre et de 73.07 ppm MS au Nord; la différence était significative ($p < 0,05$) entre le Sud et le Centre, et entre le Sud et le Nord ($p < 0,001$). D'après Périgaud (18), les taux de 20-50 ppm MS dans les pâtures sont considérés comme critiquement plus bas, alors que ceux dépassant 50 ppm MS et avoisinant 60 ppm MS peuvent être considérés comme sûrs (Anke in (12)), à moins que des facteurs défavorables comme une teneur élevée en fer n'interviennent (antagonisme fer-manganèse). D'après la même source (12), le seuil de toxicité de cet élément peut s'élever jusqu'à 1000 ppm MS pour les bovins. Travaillant sur des savanes périforestières en République de Guinée, Renard et al. (19), ont trouvé des valeurs allant de 125 ppm MS alors que Wehrmann in (5) notait celles de 29 ppm MS à 445 ppm MS sur l'herbe des prairies (foin) dans les régions tempérées considérées comme déficientes.

Compte tenu de ce qui précède, il est évident que les pâturages analysés présentent des teneurs largement suffisantes en manganèse (globalement moins de 5% d'échantillons seulement sont carencés), car elles rentrent dans les limites supposées normales par la

plupart des auteurs. Elles se superposent au seuil de carence de 40 ppm MS avancé par Lamand (14) et par Boudet (2) pour les pâturages tropicaux, et sont de loin supérieures aux 20 ppm MS indiquées par Rojas in (20) comme besoins dans la ration des ruminants. Les teneurs obtenues concordent assez bien avec celle de 94 ppm MS relevée par Hennaux (9) sur les mêmes pâturages, et qualifiée de normale.

Zinc.

Les variations dans les teneurs en zinc étaient aussi très importantes dans l'ensemble du matériel végétal analysé (valeurs extrêmes de 6.45 ppm MS à 729.29 ppm MS, soit un rapport des extrêmes de 113), contrairement aux valeurs moyennes observées (de 39.54 ppm MS, 37.46 ppm MS et 22.04 ppm MS respectivement pour le Sud, le Centre et le Nord) qui sont restées homogènes. En effet, aucune différence statistiquement significative au seuil de 5 % n'a été constatée entre elles.

Comparées aux valeurs données par la littérature, ces teneurs s'apparentent bien à celle de 46 ppm MS rencontrée par Frosliè (7) et dans les pâturages norvégien, de 32 à 99 ppm MS des savanes périmorphes guinéennes (19) et concordent bien avec l'intervalle de 30 ppm à 100 ppm MS fixées par Beeson in (22) pour les plantes herbagères et fourragères croissant sur les sols normaux. Il va de soi que les valeurs moyennes obtenues dénotent toutes une carence légère (groupes A et B) et même sérieuse (groupe C) en zinc dans le territoire étudié, vu qu'elles se sont toutes avérées inférieures à l'optimum de 50 ppm MS recommandé par Lamand (14), par Richet (20) et par Boudet (2), et au seuil critique de carence de 45 ppm MS proposé par l'I.N.R.A. (12). Le groupe C, celui du secteur Nord est le plus affecté avec une teneur moyenne de 22 ppm MS seulement et 80 % d'échantillons déficitaires.

Des signes de suspicion de la carence en zinc (parakératose, poils piqués, défaut d'aplomb, boiterie, etc...) chez le bétail de l'Ituri peuvent être rapportés à partir de nos observations personnelles sur le terrain, et de celles des responsables de la santé animale dans cette Sous-Région (4). Mc Dowell (16) a également rapporté cette carence dans des fourrages en provenance de l'Ouganda, pays frontalier du territoire étudié et qui, du point de vue phytogéographique, lui serait apparenté.

Rapport Fe : Mn.

Ce rapport, bien que satisfaisant (1.68 en moyenne) dans l'ensemble des trois groupes, a présenté une assez grande variation (valeurs extrêmes de 0.27 et 10.43) et des valeurs sectorielles moyennes insuffisantes pour le Centre (1.36) et pour le Nord (1.25), si l'on se réfère à la gamme de 1.50 à 2.60 considérée

par Somers et Shive (22) comme normale du point de vue de la plante. Les trois valeurs obtenues ne sont cependant pas statistiquement différentes (seuil de 5 %), et les faibles proportions de 1.36 et 1.25 peuvent être assimilées à une situation quasi normale dans les groupes respectifs. Le pourcentage d'échantillons présentant de bons rapports Fe : Mn était plus élevé dans le Sud (30.65 %) et plus bas et presque nul (0.01 %) au Centre.

Les valeurs moyennes du fer et du manganèse aux différents intervalles de classes des rapports Fe : Mn sont données dans le tableau 3. Les résultats montrent que les taux de fer dans les pâturages s'élèvent progressivement avec l'augmentation des rapports alors que ceux du manganèse ont tendance à diminuer. Ceci s'explique aisément si l'on se rappelle qu'il existe chez la plante un antagonisme bien connu entre le fer et le manganèse (22), mais qui n'a jamais été signalé jusqu'ici chez les animaux. L'examen du même tableau montre que l'intervalle de classe le plus dense est celui de 1-1,9 qui correspond à près de 40 % d'échantillons, et à des teneurs moyennes respectives de 87.6 ppm MS et 67.27 ppm MS pour le fer et le manganèse. Il en ressort également que plus de la moitié des échantillons présente un rapport Fe:Mn compris entre 1 et 2.9, et que nous pouvons qualifier de normal.

TABLEAU 3

Teneurs moyennes (en ppm MS), en fer (Fe) et en manganèse (Mn) des principales espèces pastorales de l'Ituri aux différents intervalles de classes des rapports fer-manganèse (Fe : Mn).

Classes d'intervalles des rapports Fe : Mn	Nombre d'échantillons	Fe	Mn
< 1	30	75.58	122.14
1 - 1.9	35	87.60	67.27
2 - 2.9	12	110.14	48.28
3 - 3.9	9	216.20	65.28
4 - 4.9	3	149.55	34.78
6 - 6.9	1	288.88	44.64
10 - 10.9	1	1096	105.13

5. Conclusions

91 échantillons de pâturages avaient été prélevés dans diverses localités (groupées en trois secteurs) de la Sous-Région de l'Ituri, au Zaïre. Après l'analyse chimique, il a été montré que :

1° Il existe au sein des groupes étudiés, une grande variabilité dans les teneurs des éléments recherchés (tableau 1), teneurs pouvant aller du simple au centuple et plus (rapport des extrêmes de 113 pour le zinc, par exemple).

2° Toutes les localités testées, et partant, l'ensemble des échantillons des trois secteurs présentent des valeurs moyennes satisfaisantes pour Cu, Fe et Mn, et superposables (différences statistiquement non significatives au seuil de 5 %) du moins pour les deux premiers (tableaux 1 et 2).

TABLEAU 4

Estimation des teneurs en oligo-éléments (Cu, Fe, Mn, Zn et Fe : Mn) des échantillons de pâtures récoltés dans diverses localités de l'Ituri.

SECTEURS & LOCALITÉS	Cu	Fe	Mn	Zn	Fe : Mn
Secteur SUD					
BOGA	N	N	N	—	---
BOGORO	N	N	N	—	N
DIANGO	N	N	N	---	N
GETY	N	N	N	N	—
IRUMU	N	N	N	N	N
KASENYI	N	N	N	—	N
KOMANDA	N	N	N	—	—
MUZIPELA (ferme)	N	N	N	—	N
NYANKUNDE	N	N	N	N	+
Secteur CENTRE.					
BUBA	N	N	N	---	—
LODA	N	N	N	—	---
MAHAGI	N	N	N	—	---
NIOKA	N	N	N	N	N
RETHY (ferme)	N	N	N	—	---
ZAA	N	N	N	N	---
Secteur NORD					
NDERI (ARU NORD)	N	N	N	—	---
ONDOLEA (ARU SUD)	N	N	N	---	---
STIEU (ferme d'ARU SUD)	N	N	N	—	---

Voir légende des tableaux.

3° Tous les groupes examinés et plus de 75 % des localités envisagées présentent des échantillons déficients en Zn (tableaux 3 et 4), les sites les plus atteints étant ceux de Diango (au Sud), de Buba (au Centre) et d'Ondolea (au Nord).

4° Une majeure partie (50 % à 85 % selon le groupe) d'échantillons de l'Ituri (particulièrement ceux du Centre) ont un rapport Fe : Mn plus bas que le taux critique admis de 1,5 (tableau 1). Il a également été montré que les pourcentages d'échantillons présentant des rapports trop élevés sont plus grands dans les pâtures du Sud (environ 20 %) et du Centre (14 %) que dans ceux du Nord (0 %).

5° Le rapport Fe : Mn le plus fréquent est compris dans la classe 1-1,9 (tableau 3) représentant près de 40 % (38,46 % plus précisément) du total des échantillons examinés, et plus de la moitié de ces échantillons (52,22 %) ont un rapport situé entre 1 et 2,9, et que nous pouvons admettre comme normal dans les herbages.

6° Nos propres observations sur le terrain nous ont permis de relever certains signes de suspicion de la carence en zinc chez le bétail, et les rapports d'activités (exercices 1981-83) du B.P.I. (Bureau du Projet Ituri, chargé du développement de l'élevage dans cette région) confirment ces observations. D'autres auteurs tel que Mc Dowell (16) ont qualifié de déficients en zinc les fourrages des régions voisines de la République Ougandaise, ce qui renforcerait notre hypothèse.

Références bibliographiques

1. Agricultural Research Council (A.R.C.), 1965. The nutrient requirements of farm livestock, n° 2, Ruminants, Londres.
2. Boudet G., 1978. Manuel sur les pâtures tropicales et les cultures fourragères. I.E.M.V.T 3e éd. 85-93
3. Buck W.B., Osweiler G.D. et Van Gelder G.A., 1976. Clinical and diagnostic veterinary toxicology. 2nd ed. Kendall/Hunt Publishing company. Dubuque : 297-314.
4. Bureau du Projet Ituri (B.P.I.). Rapport d'activités. Exercices 1981-1983.
5. Duvigneaud P., 1958. La végétation du Katanga et ses sols métallifères. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. **90** : 269-273.
6. Duvigneaud P. et Denaeyer-Desmet 1970. Phytogéochimie des groupes écosociologiques forestiers de Haute Belgique. 1er essai de classification phytogéochimique des espèces herbacées. Oecol. Plant. **5** : 1-32.
7. Frosliè A. et Norheim G., 1983. Copper, Molybdenum, Zinc and Sulphur in Norwegian Forages and their Possible Role in chronic Copper Poisoning in sheep. Acta Vet. Scand. **33** : 97-103.
8. Harrington G.N., 1980. Etude sur la végétation dans la Sous-Région de l'Ituri, accompagnée de recommandations concernant la gestion des pâtures de tous les types de terrain. Rapport de mission B.P.I. : 69 p.
9. Hennaux L., 1955. L'alimentation minérale du bétail au Congo Belge. Mém. Acad. Roy. Sciences colon. I.N.E.A.C. : 41-105.
10. Hennaux L. et Compère R., 1955. Le comportement du squelette du bétail au Congo Belge. Publ. I.N.E.A.C. **45** : 10-20.
11. Holowaychuck N., Denisoff I., Gilson P., Groegaert J., Liben L. et Sperry, P., 1954. Carte des sols et de la végétation du Congo Belge et du Rwanda-Urundi. 4. Nioka (A, B, C). Notice explicative de la carte des sols et de la végétation. I.N.E.A.C.-/Bruxelles. 31 p.
12. I.N.R.A., 1978. Alimentation des ruminants. Ed. I.N.R.A. Publications (Route de Saint-Cyr), 78.000 Versailles : 143-159.
13. Institut Géographique du Zaïre (I.G.Za.), 1972. Carte routière et administrative de la région du Haut-Zaïre. Imprimerie Offset de l'I.G.Za.
14. Lamand D.M., 1971. Diagnostic des carences en oligo-éléments chez l'animal. Ann. Nutr. Alim. **25** : B379-B410.
15. Lejoly J. et Nyakabwa M., 1981. L'association rudérale à *Paspalum conjugatum* et *Axonopus compressus* à Kisangani (Haut-Zaïre). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. **114** : 229-237
16. Mc Dowell L.R., 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. Proc. Beef Cattle Production in Developing countries, Edimburg, Scotland : 216-241.
17. Mc Dowell R.L. et Conrad J.H., 1978. Importance des sels minéraux oligo-dynamiques dans la nutrition animale. Rev. Mond. Zoot. **12** : 84-93.

18. Périgaud S., 1971. Liaisons carenciales entre sols végétaux et animaux. *Ann. Nutr. Alim.* **25**: B327-B378.
19. Renard J.F., Compère R. et Alliou T.D., 1983. Les savanes périforestières de la vallée de la Gouan en République de Guinée. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **1**: 15-24.
20. Richet G., 1972. Oligo-éléments et ruminants domestiques. Ed. S.E.I., I.N.R.A., **51**: 7-11.
21. Rivière R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical, 2e ed. I.E.M.V.T.: 24-34.
22. Sillanpaa M., 1979. Les éléments traces dans les sols et en agriculture. *Bull. Péd. F.A.O.* **17**: 17-58.
23. Sys C. et Hubert P., 1969. Carte des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et Burundi, 24. Mahagi. A. Notice explicative de la carte des sols I.N.E.A.C./Bruxelles: 50 pp.

V. Sikumbili, zaïrois, Docteur en Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi (Zaïre), doctorant à la Section Interfacultaire d'Agronomie de l'Université Libre de Bruxelles (ULB).

S.Mandiki, zaïrois, ingénieur agronome, Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (Zaïre) doctorant, laboratoire de physiologie animale, Faculté Notre-Dame de la Paix à Namur.

LÉGENDES TABLEAUX

×	Quand la valeur extrême supérieure a été exclue du calcul de la moyenne (tableau 2).	(2)	Quand deux valeurs de 706.33 et 595.39 ont été exclues des calculs.
()	Nombre d'échantillons sur lequel la moyenne a été calculée (tableau 2).	(3)	Quand une valeur de 232.31 a été exclue.
—	Absence de valeurs extrêmes (tableau 2) ou carence légère (tableau 4).	(4)	Quand une valeur de 1096 a été omise.
— —	Forte carence (tableau 4).	(5)	Quand une valeur de 10.43 a été exclue des calculs.
N	Normal (tableau 4).	S.E.	Standard error (tableau 1).
+	Excès léger (tableau 4)	P.S.	Matière sèche (tableaux 2-3).
++	Excès fort (tableau 4).	D.M.	Dry matter.
(1)	Quand deux valeurs de 729.29 et 555.62 ont été omises des calculs	a	Différence non-significative au seuil de 5 % (tableau 1)
		ab	Différence significative au seuil de 5 % (tableau 1)
		p	Probabilité