

Étude des constantes biologiques du sang du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie. II. Les constantes biochimiques

L. Audigé¹

AUDIGÉ (L.). Étude des constantes biologiques du sang du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie. II. Les constantes biochimiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (4) : 561-571.

Depuis le début de l'année 1987, l'élevage du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) se développe en Nouvelle-Calédonie. En 1988, au cours d'une opération d'abattage en élevage, l'auteur a réalisé près de 90 prélèvements de sang pour définir les constantes biologiques du sang de cette espèce. En biochimie, il a été recherché le taux d'urée (6,8 mmol/l), le taux de créatinine (151,7 mmol/l), l'activité de la créatine kinase (295,2 U/l), celle des transaminases (ALAT : 60,1 UI/l ; ASAT : 22,3 UI/l) et des phosphatases alcalines (115,1 U/l), le taux de bilirubine totale (2,76 µmol/l), le taux de protéines totales (61,4 g/l) et celui d'albumine (32,6 g/l), le taux de calcium (2,42 mmol/l) et celui de phosphore (3,08 mmol/l). L'étude a révélé des variations de ces paramètres en fonction de certains critères physiologiques et des conditions de prélèvement. *Mots clés* : Cerf - *Cervus timorensis rusa* - Sang - Constante biologique - Biochimie - Nouvelle-Calédonie.

INTRODUCTION

Le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) devient peu à peu, en Nouvelle-Calédonie, un animal d'élevage. Originaire de l'île de Java, il s'est bien adapté sur le territoire calédonien. Son exploitation repose encore largement sur la chasse.

En 1987, une opération de développement a été mise sur pied pour promouvoir son élevage. Certains éleveurs pionniers se sont lancés dans cette entreprise malgré la méconnaissance effective de l'espèce néo-calédonienne.

La présente étude entre dans un vaste programme de recherche et de développement. Début 1988, des prises de sang ont été réalisées en vue de définir les constantes biologiques du sang. On traitera ici des constantes biochimiques.

1. Laboratoire Territorial de Diagnostic Vétérinaire, Port-Laguerre, BP 42, Païta, Nouvelle-Calédonie.

Adresse actuelle : 23 rue Georges Vogt, 92190 Meudon, France.

Reçu le 10.04.89, accepté le 15.06.89.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le cerf rusa est caractérisé par une taille moyenne, un pelage grossier avec absence de sous-poils, une robe brun-rouge présentant des éclaircissements dans les parties déclives. Chez le mâle, les bois portent les six pointes caractéristiques de l'espèce (5).

Les animaux proviennent de deux élevages situés sur la côte ouest de la Grande Terre. Capturée à la fin de l'année 1987, cette population peut donc être considérée comme sauvage.

L'échantillonnage n'a pas été établi spécifiquement pour l'étude. Des abattages en élevage ont eu lieu en vue de commercialiser la viande de cerf à l'exportation, d'adapter le sex-ratio de la population à une situation d'élevage et de sélectionner les meilleurs reproducteurs. Les animaux visés, âgés de 10 à 40 mois environ, étaient des deux sexes ; 60 p. 100 des cerfs étudiés sont des mâles. Les prélèvements de sang ont été réalisés à la saignée des animaux.

L'abattage s'est déroulé de nuit au projecteur, de manière à pouvoir approcher suffisamment les hardes et limiter le stress des animaux, la saignée intervenant dans les quelques minutes suivant le tir. Ce délai a été pris en compte dans l'interprétation des résultats ainsi que l'estimation du degré d'agitation des animaux avant le prélèvement (les animaux n'étant pas tous morts sur le coup).

Il a été recueilli 20 ml de sang par animal sur tube sec. Conservés temporairement en glacière, les tubes ont été centrifugés au laboratoire après un délai de 5 à 9 heures. Les sérums ont été congelés en vue des analyses ultérieures. Pour chacun des prélèvements, le sexe de l'animal, son état physiologique, son état corporel, par l'appréciation de la graisse périrénale, et son âge, par l'examen des tables dentaires, ont été notés (1, 12).

Par ailleurs, dans un but comparatif, des prélèvements, sur des animaux vivants, ont été réalisés. La prise de sang a été effectuée à la jugulaire après immobilisation de l'animal (avec ou sans tranquillisation). Les protocoles sont résumés dans le tableau II avec les résultats.

Au laboratoire, les recherches ont porté sur les paramètres biochimiques suivants : l'urée, la créatinine, la créatine kinase, l'alanine aminotransférase, l'aspartate aminotransférase, les phosphatases alcalines, la bilirubine totale, les protéines totales, l'albumine, le calcium et le phosphore. Les analyses ont été effectuées dans les 30-40 jours après la congélation des sérums.

En parallèle à ces recherches biochimiques, quelques électrophorèses des protéines sont réalisées. Les sérums exploités proviennent d'animaux des deux sexes et d'âges différents.

Les données ont ensuite fait l'objet d'une étude statistique classique (18) sur micro-ordinateur PC avec le logiciel Statgraphics. Pour chaque paramètre, un test de normalité est effectué (certains paramètres suivent une loi Normale, les autres une loi Log-normale). Pour chaque calcul de moyenne, un intervalle de confiance à 5 p.100 est affecté. L'intervalle de variation d'un paramètre est également défini : il représente pour un sujet les limites au-delà desquelles les valeurs obtenues sont considérées comme pathologiques.

Enfin, pour chaque différence entre deux moyennes, un test T a été effectué ; dans les tableaux, toute variation statistiquement significative au seuil de 5 p. 100 a été représentée en faisant figurer les moyennes en caractères gras.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Présentation des moyennes générales

Ces résultats ont été obtenus à partir des animaux abattus (Tabl. I). Le tableau II présente le résultat des analyses réalisées à partir du sang de quelques animaux vivants.

Influence du mode de prélèvement

Les Cervidés sont des animaux d'une grande nervosité et très affectés par le stress. De nombreuses études montrent que les conditions de prélèvement se répercutent directement sur les résultats des analyses (5, 14, 15, 16, 21). Cela concerne principalement les paramètres hématologiques, notamment la numération érythrocytaire et l'hématocrite, mais se manifeste également par des variations de quelques paramètres biochimiques, liées à la perturbation physiologique dans laquelle se trouvait l'animal au moment de la saignée.

TABLEAU I Constantes biochimiques chez le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Animaux abattus.

	Unité	Nbre	Moyenne (± IC à 5 p. 100)	Intervalle de variation
Urée	mmol/l	91	6,8 ± 0,5	(2,2-11,4)
Créat.	μmol/l	91	151,7 ± 6,6	(90-214)
CK	U/l	89	295,2 ± 26,6	(123-604)*
ALAT	U/l	90	60,1 ± 4,2	(29-111)*
ASAT	U/l	90	22,3 ± 3,2	(7,1-52,7)*
PAL	U/l	91	115,1 ± 9,9	(47-241)*
Bili. T.	μmol/l	87	2,76 ± 0,30	(0,80-7,34)*
Prot. T.	g/l	91	61,4 ± 1,5	(47,0-75,8)
Alb.	g/l	91	32,6 ± 0,8	(24,6-40,6)
Ca	mmol/l	91	2,42 ± 0,04	(2,00-2,83)
P	mmol/l	91	3,08 ± 0,15	(1,90-4,74)*

Créat. : Créatinine - CK : Créatine kinase - ALAT : Alanine aminotransférase - ASAT : Aspartate aminotransférase - PAL : Phosphatases alcalines - Bili. T. : Bilirubine totale - Prot. T. : Protéines totales - Alb. : Albumine - Ca : Calcium - P : Phosphore
(± IC à 5 p. 100) : intervalle de confiance de la moyenne à 5 p. 100.

* Calcul après normalisation des données par transformation logarithmique.

Avant la mort réelle de l'animal, il n'était pas rare de constater certains signes d'agitation et, selon leur importance, les variations possibles des paramètres recherchés ont été étudiées. Le barème a tenu compte de trois situations : absence d'agitation, agitation faible, agitation forte (Tabl. III).

Quand l'intensité de l'agitation augmente, l'activité de la créatine kinase s'accroît légèrement, mais de manière non significative. Certains facteurs hépatiques ou musculaires (enzymes transaminases et bilirubine totale) ne sont pas affectés ; en revanche, l'activité des phosphatases alcalines augmente, ce qui montre une progression régulière en fonction de l'importance de l'agitation, et la différence est significative entre les valeurs extrêmes.

Le calcium semble aussi en augmentation dans le sérum si l'animal n'est pas abattu sur le coup. Les « souffrances » cellulaires seraient responsables d'une libération du calcium intracellulaire.

Les analyses faites sur le sang de cerf rusa vivant montrent également un accroissement de l'activité de la créatine kinase chez les animaux qui subissent un stress ; par rapport aux jeunes mâles de laboratoire, habitués à la présence de l'homme, les valeurs obtenues sont multipliées par un facteur de 2,5 (Tabl. II).

D'après WESSON et collab. (20), SEALANDER et collab. ont montré une élévation simultanée de l'urée (Blood Urea Nitrogen) et de la créatine kinase liée à des conditions de restriction (animaux enfermés la nuit dans un local) avant le prélèvement. Cette évolution a été expliquée par l'existence d'une souffrance musculaire associée à un accroissement de la dégra-

TABLEAU II Constantes biologiques du cerf rusa. Animaux vivants.

N°	1	2	3	4	5	6	7
Sexe	M	F	M	M	F	F	F
Âge	4 ans	5-6 ans	1 an	1 an	1 an	1 an	1 an
Physiologie	Castré	Vide	Velours	Velours	Immature		
Origine	Parc	Parc	Labo	Labo	Réserve	Jardin	Jardin
Contention	Xylazine Rompun ND				Fentaz ND	Manuel	Xylazine
Urée mmol/l	3,7	8,7	8,2	7,8	6,1	5,4	7,3
Créat. µmol/l	178,6	200,4	125,0	134,2	150,7	121,7	129,2
CK U/l	81,5	132,4	122,2	137,5	314,1	375,2	307,3
ALAT UI/l	46,8	67,0	31,5	27,6	60,4	64,4	88,0
ASAT UI/l	21,5	15,1	13,1	17,2	15,1	—	22,2
PAL U/l	41,5	76,4	192,0	185,6	168,5	155,8	163,1
Bili. T. µmol/l	1,35	1,42	1,77	4,61	1,24	1,59	—
Prot. T. g/l	86,6	69,8	56,2	59,4	58,1	59,6	66,0
Albumine g/l	29,4	38,5	36,0	42,8	37,2	34,3	38,9
Ca mmol/l	2,32	2,29	2,36	2,30	2,49	2,43	2,44
P mmol/l	2,55	1,55	2,52	2,21	2,64	2,75	2,09

M : Mâle ; F : Femelle.

TABLEAU III Influence de l'agitation de l'animal entre le tir et le prélèvement sur les constantes biochimiques.

	Agitation		
	Absente	Faible	Forte
Nombre d'animaux	56	23	12
Urée mmol/l	7,2	6,2	6,2
Créatinine µmol/l	149,5	158,8	148,1
Créatinine kinase U/l	292,2	287,1	327,1
ALAT UI/l	57,5	66,1	60,4
ASAT UI/l	24,2	18,5	21,0
PAL U/l	107,4	120,9	139,9
Bilirubine T. µmol/l	2,73	2,97	2,46
Protéines T. g/l	62,4	60,8	57,9
Albumine g/l	32,6	33,3	31,3
Calcium mmol/l	2,38	2,43	2,58
Phosphore mmol/l	3,09	3,28	2,63

Les chiffres sont des moyennes.

dation des protéines. L'action catabolique des glucocorticoïdes libérés en masse par l'effet de stress aurait un rôle important dans l'augmentation du taux d'urée. Aucune évolution conjointe du taux d'urée, due au stress, n'a été constatée chez les cerfs vivants étudiés ici ; ceux-ci n'ont été manipulés que peu de temps avant le prélèvement.

Le temps qui s'écoule entre le tir et la saignée de l'animal semble avoir aussi une influence. Plus la saignée est tardive, plus l'urémie augmente et la créatininémie diminue ; les différences observées sont significatives entre 1 et 6 minutes de délai (Tabl. IV). Puisque dans la pratique le prélèvement se fait du vivant de l'animal, et que les conditions générales de ce prélèvement influent peu sur le résultat, cette observation laisse donc supposer que le taux de créatinine a été surévalué et celui d'urée sous-évalué par rapport aux valeurs dites « normales ». Il faut peut-être voir là une explication de la différence qui existe entre le résultat obtenu ici et celui de WILSON et PAULI (21) obtenu sur des cerfs élaphe vivants (urée : 8,6 mmol/l). Il en résulte que la diversité des protocoles de prélèvement rend difficile les comparaisons de moyennes entre les auteurs.

TABLEAU IV Influence du temps (min) entre le tir et le prélèvement de sang sur certains paramètres.

	1 min (16)	2 min (19)	3 min (9)	4 min (16)	5 min (10)	≥ 6 min (18)
Urée mmol/l	7,8	7,5	6,7	6,5	6,3	5,7
Créat. µmol/l	138,1	148,3	157,2	146,8	158,4	165,3
ALAT UI/l	69,7	68,7	64,8	49,4	46,4	56,8

Les chiffres sont des moyennes. Entre parenthèses ; nombre d'animaux.

On constate également une diminution du taux d'ALAT dans le sérum si le prélèvement est réalisé plusieurs minutes après le tir de l'animal. Les autres paramètres n'en sont pas affectés.

Étude des variations physiologiques

Les principales caractéristiques des variations des constantes biochimiques du cerf rusa sont présentées : en fonction de l'âge dans le tableau V, du sexe et du stade physiologique dans le tableau VI et de l'état d'engraissement dans le tableau VII.

Urée et créatinine

On obtient une valeur du taux d'urée qui entre dans les normes générales des Cervidés. CHAPMAN (2) a déterminé un intervalle de valeurs allant de 3,0 à 13,8 mmol/l. PRESIDENTE a travaillé souvent sur le cerf rusa mais il n'a pas mesuré le taux d'urée.

Le taux de créatinine chez le cerf n'ayant, jusqu'à présent, pas fait l'objet de recherches, aucune comparaison avec d'autres espèces de Cervidés ne peut être faite. D'après les analyses, la valeur moyenne de ce taux (152 μ mmol/l [90-214]) semble être légèrement supérieure à celle obtenue dans le cas des ovins ou des bovins (bovins : 88-177 μ mmol/l). La borne supérieure de l'intervalle de variation est plus élevée chez le cerf rusa (6).

L'âge ne semble avoir aucune influence sur les taux d'urée et de créatinine. Cependant, on trouve un faible taux d'urée chez les animaux de 10 mois (Tabl. V).

Le sexe et le stade physiologique ont une influence, surtout sur le taux de créatinine. Tout en restant dans l'intervalle de variation précédemment décrit, il est plus élevé chez le mâle que chez la femelle.

Chez le mâle, la croissance des bois s'accompagne d'une élévation sensible du taux de créatinine. On note même une différence significative entre les cerfs dotés de bois durs et ceux qui sont au stade des bois velours (Tabl. VI).

Les mâles qui ont perdu leurs bois ont un taux d'urée particulièrement faible (4,2 mmol/l) et un taux de créatinine plus réduit aussi. Ceci est sans doute dû à une diminution de l'activité des hormones sexuelles (diminution de l'activité catabolique sur les protéines).

Chez la femelle, aucune évolution n'est réellement notée. Seul un taux de créatinine particulièrement faible chez la biche allaitante a été remarqué.

Le taux de créatinine diminue de manière significative avec l'état d'engraissement des animaux (Tabl. VII). Il est paradoxal de constater cette évolution alors que, d'une manière générale, l'état des mâles s'améliore quand ils portent des bois velours. Il faut noter également que durant la période d'abattage l'état des pâturages s'est amélioré et, au lendemain du cyclone « Anne » de janvier 1988, l'état d'engraissement des animaux aussi. Au début des abattages, on a prélevé plus de mâles que de femelles, et l'inverse en fin d'expérimentation. Il est donc difficile de mettre la diminution du taux de créatinine plus sur le compte d'un état d'engraissement que sur celui du sexe de l'animal.

L'étude à partir des animaux vivants a révélé des valeurs incluses dans les intervalles précédemment indiqués (Tabl. II). Les variations individuelles sont toutefois importantes ; le taux de créatinine élevé

TABLEAU V Variation des constantes biochimiques avec l'âge (mois).

Âge (mois)	10	15	20	25	30	≥ 40
Nombre	13	6	26	7	29	10
Urée	5,5 (1,1)	7,1 (1,2)	6,8 (1,0)	8,3 (3,2)	7,1 (0,8)	6,7 (1,9)
Créatinine	139 (20)	167 (48)	157 (9)	150 (29)	148 (12)	158 (29)
CK U/I	320 (88)	330 (75)	297 (50)	262 (72)	296 (56)	256 (82)
ALAT UI/I	46,6 (8,2)	66,6 (16,3)	56,8 (7,1)	67,7 (27,3)	66,2 (27,9)	59,5 (16,2)
ASAT UI/I	16,5 (4,1)	20,9 (4,2)	24,5 (7,1)	33,2 (21,3)	21,6 (6,5)	19,2 (4,5)
PAL U/I	110 (30)	163 (82)	119 (16)	116 (41)	107 (18)	106 (28)
Bilirubine	2,58 (0,82)	3,03 (0,45)	3,05 (0,69)	3,27 (1,45)	2,48 (0,55)	2,54 (0,75)
Protéines	55,7 (3,9)	58,4 (4,9)	60,4 (1,9)	58,8 (6,1)	63,3 (2,9)	69,8 (4,7)
Albumine	29,7 (2,2)	33,8 (4,2)	33,4 (1,4)	33,9 (2,3)	31,9 (1,5)	34,6 (3,8)
Calcium	2,56 (0,15)	2,37 (0,13)	2,44 (0,09)	2,27 (0,15)	2,37 (0,07)	2,47 (0,13)
Phosphore	3,09 (0,39)	3,81 (0,89)	3,11 (0,24)	2,81 (0,57)	2,95 (0,28)	3,13 (0,54)

Moyenne (\pm intervalle de confiance de la moyenne à 5 p. 100).

TABLEAU VI Variation des constantes biochimiques suivant le sexe et le stade physiologique de l'animal.

	Mâles (57)			Femelles (34)		
	Bois abs. (6)	Bois durs (42)	Velours (9)	Immature (10)	Gestante (23)	Allaitante (1)
Urée mmol/l	6,69 ± 0,70 (5,98 – 7,38)			6,98 ± 0,60 (6,38 – 7,58)		
	4,2	7,2	5,9	7,1	6,9	7,0
Créat. µmol/l	166,6 ± 7,1 (159,5 – 173,7)			126,7 ± 7,4 (119,2 – 134,1)		
	152,2	164,5	185,8	124,7	129,3	87,5
CK U/l	318,6 ± 35,6 (283,0 – 354,2)			257,4 ± 36,4 (221,0 – 293,8)		
	253,2	333,5	295,7	328,9	230,3	164,2
ALAT UI/l	61,5 ± 5,1 (56,4 – 66,6)			57,7 ± 7,4 (50,3 – 65,1)		
	57,7	63,8	53,4	43,0	61,6	115,5
ASAT UI/l	23,5 ± 4,1 (19,4 – 27,6)			20,4 ± 5,2 (15,2 – 25,6)		
	24,3	24,4	19,0	17,2	22,0	14,3
PAL U/l	111,7 ± 10,7 (101,0 – 122,4)			120,9 ± 19,6 (101,3 – 140,5)		
	99,2	110,6	125,1	123,0	117,7	174,2
Bili. T. µmol/l	2,92 ± 0,43 (2,49 – 3,35)			2,50 ± 0,35 (2,15 – 2,85)		
	3,26	2,97	2,43	2,54	2,50	2,37
Prot. T. g/l	62,4 ± 1,8 (60,6 – 64,2)			59,7 ± 2,6 (57,0 – 62,3)		
	64,0	62,8	59,6	54,3	62,2	55,2
Alb g/l	33,8 ± 1,0 (32,8 – 34,8)			30,5 ± 1,4 (29,1 – 31,9)		
	31,7	34,3	33,1	30,1	30,6	32,5
Ca mmol/l	2,42 ± 0,06 (2,36 – 2,48)			2,42 ± 0,06 (2,36 – 2,48)		
	2,60	2,36	2,56	2,43	2,42	2,35
P mmol/l	3,22 ± 0,19 (3,03 – 3,41)			2,85 ± 0,21 (2,66 – 3,04)		
	3,02	3,26	3,18	3,37	2,64	2,71

Sexe : Moyenne ± IC à 5 p. 100. Stade physiologique : moyenne. Entre parenthèses : nombre d'animaux.

ainsi qu'une urémie particulièrement basse chez le vieux mâle castré 1 est à rapprocher de la valeur obtenue chez les mâles dépourvus de bois (repos sexuel). Les deux dagueurs dont les bois arrivaient au terme de leur croissance montrent une urémie supérieure à la moyenne déterminée chez les mâles au

stade des bois durs. Le taux de créatinine est, en revanche, inférieur à la moyenne des mâles.

Les autres valeurs correspondent également aux moyennes générales, à l'exception du taux de créatinine de la biche 2, d'une valeur supérieure.

TABLEAU VII Variation des constantes biochimiques en fonction de l'état d'engraissement (graisse périrénale).

	Maigre (26)	Médiocre (31)	Bon état (32)	État gras (2)
Urée mmol/l	7,7 ± 1,0	5,7 ± 0,6	7,2 ± 0,8	6,3
Créat. µmol/l	161,6 ± 8,6	155,7 ± 10,6	137,1 ± 11,8	193,8
CK U/l	345,0 ± 51,6	273,4 ± 38,8	278,8 ± 48,4	229,1
ALAT U/l	62,1 ± 7,8	51,1 ± 5,4	68,1 ± 7,8	45,0
ASAT U/l	24,7 ± 5,8	22,5 ± 5,6	20,7 ± 5,6	15,1
PAL U/l	110,6 ± 15,6	108,6 ± 17,2	127,6 ± 18,0	76,0
Bili. T. µmol/l	3,18 ± 0,58	3,27 ± 0,58	2,05 ± 0,28	1,90
Prot. T. g/dl	63,0 ± 3,2	60,1 ± 2,2	61,1 ± 2,8	66,3
Alb. g/dl	33,9 ± 1,4	32,2 ± 1,6	31,6 ± 1,4	37,3
Ca mmol/l	2,37 ± 0,08	2,46 ± 0,08	2,42 ± 0,06	2,57
P mmol/l	3,18 ± 0,28	3,06 ± 0,26	3,05 ± 0,24	2,69

Entre parenthèses : nombre d'animaux. Moyenne ± intervalle de confiance à 5 p. 100.

Enzymologie, bilirubine totale

Sont regroupés dans ce chapitre certains paramètres biochimiques qui, lorsqu'ils sont perturbés, reflètent une souffrance cellulaire dans des organes comme le foie et les reins, dans les muscles, les structures osseuses. Il s'agit dans la plupart des cas d'enzymes intracellulaires libérées dans le plasma au cours de la cytolyse. L'activité des gamma glutamyl transférases, plus fiables que les phosphatases alcalines pour évaluer les troubles hépatobiliaires, n'a malheureusement pas été analysée (9).

La créatine kinase (CK)

On a trouvé une valeur élevée du taux de CK (295 U/l) chez le cerf rusa. Une précédente recherche effectuée par PRESIDENTE (15) avait révélé une valeur inférieure, mais sur des animaux âgés, anesthésiés en captivité (116 U/l). Là encore, le manque de protocole expérimental standardisé ne permet pas de comparer les résultats. KENT et collab. (7) ont travaillé sur des cerfs élaphe tués en parc et montrent également un résultat plus faible (14-250 U/l). Le fait que les cerfs se soient parfois agités pendant les séances d'abattage pourrait être responsable du résultat obtenu.

Les intervalles de variation sont importants chez le cerf, et diffèrent selon les espèces ; REID et TOWERS (17) montrent une valeur de la CK plus élevée chez le daim que chez le cerf élaphe. Chez le daim, la borne supérieure de l'intervalle de variation s'élève à 1 022 U/l. WILSON et PAULI (21) estiment qu'une valeur du taux de CK au-dessus de 600 U/l peut être considérée comme pathologique. La même valeur limite supérieure a été trouvée dans cette étude.

Un taux de CK particulièrement élevé a été déterminé chez certains animaux capturés au filet. La pathologie

musculaire s'installe à différents degrés ; les modifications biochimiques s'installent environ 12 à 24 heures avant d'éventuels signes cliniques (3, 11).

Les Cervidés ont un taux de créatine kinase supérieur à celui des Bovidés ou celui des Ovidés (6).

Le taux de CK semble diminuer avec l'âge ; les différences sont significatives entre 15 et 40 mois (Tabl. V). WILSON et PAULI (21) ont publié des résultats sur le cerf élaphe où l'on remarque la même tendance, mais ils ne le mentionnent pas dans leur interprétation.

Le taux de CK est supérieur chez le mâle, surtout à l'âge de 30 et 40 mois (Tabl. V). Cette différence est encore plus marquée entre les jeunes femelles immatures et les femelles gestantes plus âgées ; l'état de gestation, surtout quand il est à son terme, contribue à une diminution de l'activité générale. On note un taux assez faible chez la biche allaitante étudiée (Tabl. VI).

Le taux de CK est maximal chez les mâles au stade des bois durs ; ce stade physiologique correspond à une période d'intense activité sexuelle et physique (période du rut). Les mâles dépourvus de bois sont plus calmes. Toutefois, aucune différence statistiquement significative entre les différentes catégories de mâles n'a été trouvée.

On observe, en fonction de l'état d'engraissement, une décroissance de ce taux qui est plus élevé chez les animaux maigres, mais il est difficile de dire si cette élévation est réellement due à l'état d'engraissement.

Quant à l'étude des animaux vivants, on constate qu'à l'absence de stress correspond une valeur du taux de créatine kinase plus faible (animaux 1 à 4 dans le tableau II).

ASAT et ALAT

Les transaminases sont des enzymes présentes dans le cytoplasme cellulaire (l'ASAT est aussi présente dans les mitochondries) et dans le plasma à des degrés divers. L'augmentation de leur activité dans le sérum est souvent due à un désordre hépatique (ALAT-ASAT) ou musculaire (ASAT), mais elle n'a pas de spécificité. On trouve un résultat similaire chez toutes les espèces de Cervidés. Chez le cerf élaphe, WILSON et PAULI (21) ont déterminé une valeur du SGOT (ASAT) plus élevée et attribuent l'élévation de ce paramètre à une agression musculaire ou hépatique (43,0 U/l). L'excitation de la harde de cerfs avant le prélèvement provoque des traumatismes individuels. KENT et collab. (8) rapportent des résultats inférieurs en tuant leurs animaux pour le prélèvement de sang.

Les méthodes de contention et de prélèvement semblent donc être capitales pour l'interprétation des résultats. McALLUM (11) trouve des valeurs du taux d'ASAT plus élevées quand les cerfs sont enfermés la nuit avant le prélèvement au lieu d'être tranquilisés. L'étude des animaux vivants permet de constater que les valeurs des taux d'ASAT et d'ALAT sont plus faibles chez les jeunes mâles dont la tranquillisation a été efficace (Tabl. II).

Les femelles gestantes ont un taux d'ALAT plus élevé que les jeunes femelles immatures ; le même résultat obtenu pour le taux d'ASAT n'est pas significatif (Tabl. VI).

Chez les mâles, ces paramètres semblent être légèrement plus élevés que chez les femelles, et ceux des mâles dotés de bois durs plus élevés que ceux des mâles pourvus de bois velours, mais aucune différence n'est statistiquement significative.

Les phosphatases alcalines

Aucune publication faisant état du taux de phosphatases alcalines chez les Cervidés n'a été trouvée, les différents chercheurs s'étant plutôt orientés vers l'étude du gamma glutamyl transférase (GGT). Il n'y a donc aucune comparaison possible entre les espèces de Cervidés. Chez le cerf rusa, une valeur moyenne de 115 U/l, légèrement inférieure à celle des bovins (195 U/l) ou des ovins (178 U/l), a été trouvée.

L'activité des phosphatases alcalines chez le jeune est deux à trois fois plus grande que chez l'adulte, en raison de la croissance osseuse (9). Cette observation n'est faite chez le cerf rusa qu'à une échelle non significative. Par ailleurs, on constate, dans le tableau II, que les phosphatases alcalines sont accrues chez les jeunes de 1 an par rapport aux animaux 1 et 2, avec un facteur de 2 à 3.

Il est intéressant de noter, bien qu'il n'y ait pas de confirmation statistique, que le taux des phosphatases

alcalines est plus élevé chez les mâles au stade physiologique des bois velours. La croissance osseuse des bois est peut-être à l'origine de cette élévation.

La bilirubine totale

Le taux de bilirubine totale n'a pas fait chez les Cervidés l'objet d'une recherche systématique. La seule valeur relevée a été calculée par PEDERSON et PEDERSON (13) sur le sang du wapiti ; elle est particulièrement élevée (21 $\mu\text{mol/l}$). Celle publiée dans cette étude est plus proche des valeurs relevées chez les ruminants domestiques (bovins : 3,6 $\mu\text{mol/l}$; ovins : 3,9 $\mu\text{mol/l}$) (6).

D'après CORNELIUS (4), BERGER (1956) et ZINK (1932) ont rapporté une élévation du taux de bilirubine totale dans le sérum de bovin, de mouton, de porc et de chien à la suite d'une période de privation. Le taux de bilirubine totale est faible à la pousse des bois, il s'accroît pendant le rut quand l'animal maigrit, et il est élevé à la chute des bois (animal maigre bien souvent). Cependant, les différences sont faibles et non significatives (Tabl. VI). Ce taux est par ailleurs plus élevé globalement chez les animaux maigres, ce qui vient confirmer les observations de CORNELIUS (4) (Tabl. VII).

Les protéines du sang

La valeur moyenne

Le taux de protéines totales dans le sang déterminé dans cette étude est du même ordre de grandeur que celui que l'on trouve dans des publications sur les Cervidés, notamment PRESIDENTE (16), lors de son étude sur le rusa (61 g/l) (16). De faibles variations sont observées suivant les auteurs et les espèces concernées ; les moyennes sont comprises entre 60 et 72 g/l et les résultats de l'étude se situent à la limite inférieure de cet intervalle. Le cerf rusa présenterait donc un taux plutôt faible par rapport aux autres espèces (7, 15, 16, 19). La valeur trouvée ici est inférieure à celle concernant les ruminants domestiques (71 g/l) (6).

Il semble que ce taux soit légèrement diminué par la tranquillisation : McALLUM (10) a observé ce phénomène chez le cerf élaphe, SEAL et collab. (19) chez le cerf de Virginie et le fait a été vérifié ici, dans certains cas, chez le cerf rusa (Tabl. II). Le mâle 1 a un taux de protéines sériques particulièrement élevé, mais il faut tenir compte, dans ce cas précis, d'un début d'hémolyse du prélèvement.

Les profils électrophorétiques

Les profils électrophorétiques du sérum du cerf rusa sont comparables à celui du sérum de bovin qui

L. Audigé

possède usuellement trois pics de globulines (alpha, bêta, gamma). Le matériel utilisé par le Laboratoire de biochimie du Centre Hospitalier Territorial Gaston Bourret fonctionne sur du sérum humain. Les résultats obtenus font état de quatre pics de globulines : deux alpha, un bêta et un gamma.

La présence de deux pics alpha est difficilement vérifiable sur les courbes d'électrophorèse (Fig. 1) ; ils pourraient être regroupés en un seul. Néanmoins, en additionnant les pourcentages α_1 et α_2 , le total reste inférieur à celui des bovins (Tabl. VIII). Chez le cerf rusa, on observe un pourcentage plus élevé d'albumine et un pourcentage plus faible de globulines que chez les bovins.

Influence des caractères physiologiques

On a trouvé un accroissement du taux de protéines totales avec l'âge. Les différences entre les moyennes se sont révélées statistiquement significatives entre 10-15 mois et 30-40 mois (Tabl. V). La même observation a été auparavant faite sur le cerf élaphe et le daim (17) ; le taux de protéines totales est plus élevé chez les femelles adultes que chez les jeunes animaux. WILSON et PAULI (21) ont publié des conclusions identiques sur le cerf élaphe, mais leurs résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

Le taux d'albumine augmente également avec l'âge. Les variations obtenues ne sont statistiquement significatives qu'entre 10 et 40 mois ; on observe une relative stabilité de ce paramètre entre 15 et 30 mois.

L'observation des profils électrophorétiques montre que cette évolution est surtout due à un accroissement des globulines avec l'âge. En pourcentage, elles représentent 10 p. 100 des protéines totales à 10 mois et environ 20 p. 100 vers 30 mois et au-delà. Le pourcentage des albumines marque en parallèle une certaine régression.

Le taux de protéines totales et celui d'albumine dans le sérum semble plus élevé chez le mâle que chez la femelle (Tabl. VI). La différence observée n'est cependant statistiquement significative que pour le taux d'albumine sérique. Les résultats de WILSON et PAULI sur le cerf élaphe (21) ne font pas état de ces observations.

Les faibles variations du taux de protéines totales en fonction du stade de développement des bois chez le mâle ne sont pas significatives. En revanche, on note une nette augmentation de ce taux chez la femelle lors de la gestation, par rapport au stade immature des jeunes (statistiquement significative). Cela reflète sans doute l'anabolisme gravidique lié à l'action des hormones de gestation.

L'examen des résultats de l'électrophorèse montre une augmentation des globulines lors de la gestation

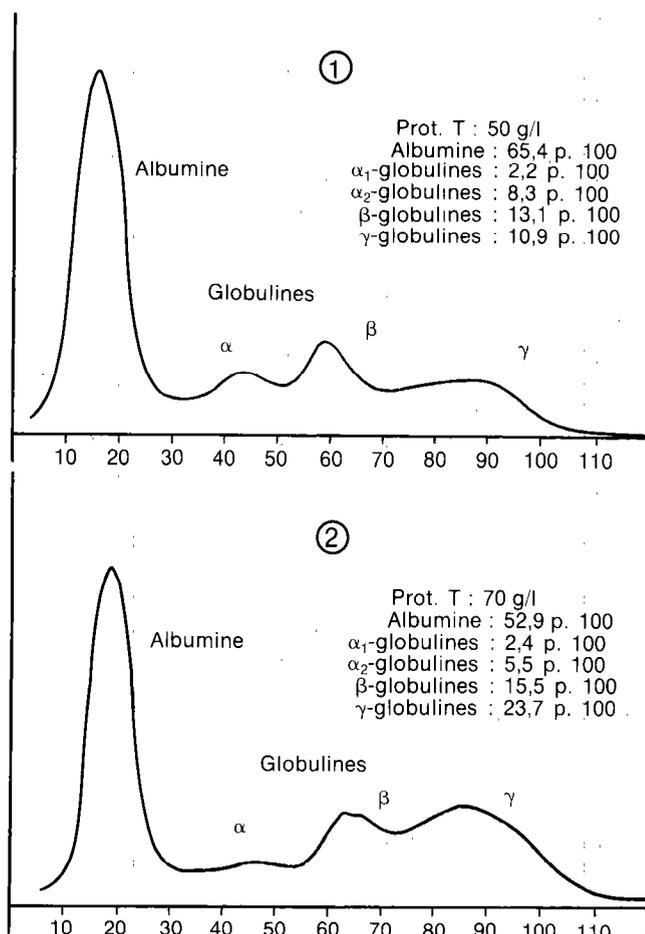


Fig. 1 : Traces électrophorétiques du sérum. 1 : Cerf rusa, femelle immature de 10 mois. 2 : Cerf rusa, femelle gestante de 30-40 mois.

(Tabl. VIII). Cette variation a été mise précédemment sur le compte de l'âge car la même observation est faite sur le mâle. L'augmentation chez la biche gravide semble cependant plus forte ; elle est liée à l'accroissement physiologique des globulines sériques dans le mois précédant la mise bas pour la formation du colostrum. Il faut signaler que le prélèvement de sang a eu lieu au début des mises bas, et l'état de gestation des biches était particulièrement avancé.

A partir des animaux vivants, on observe des valeurs des taux de protéines totales plus élevées chez les animaux âgés que chez les jeunes. Une seule bichette [7] a un taux plus élevé que les autres jeunes. Cette observation vient confirmer l'évolution décrite avec l'âge ; il y a un accroissement des globulines sériques.

On remarque aussi une certaine constance du taux d'albumine (Tabl. II), mais il se situe légèrement au-dessus de la valeur moyenne obtenue en Nouvelle-Calédonie. Aucune variation avec l'âge n'est notée.

TABLEAU VIII Les protéines du sang. Electrophorèse du sérum.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	Bovins
Sexe	F	F	F	F	M	M	M	M	
Âge (mois)	40	30	10	25	25	30	10	10	
Stade phys.	GT	GT	IM	AL	BD	BD	BV	BV	
Prot. g/l	70	64	50	63	60	64	54	57	70
Alb. p. 100	52,9	58,7	65,4	59,6	59,3	62,2	68	63,9	41,2
α_1 Glob. p. 100	2,4	5,0	2,2	1,7	1,8	1,9	1,5	2,2	12,9
α_2 Glob. p. 100	5,5	4,0	8,3	6,3	6,5	4,7	6,4	7,6	
β Glob. p. 100	15,5	12,5	13,1	11,6	14,5	12,0	16,5	15,6	11,8
γ Glob. p. 100	23,7	19,8	10,9	20,8	17,9	19,3	7,5	10,7	34,1

F : Femelle ; M : Mâle ; GT : Gestante ; IM : Immature ; AL : Allaitante ; BD : Bois durs ; BV : Bois velours ; Glob. : Globulines.

Calcium, phosphore

Les valeurs moyennes et les intervalles de variation

Le calcium est le constituant le plus stable dans le plasma. D'après KANEKO (6), la concentration de calcium dans le plasma chez l'adulte normal est de l'ordre de 2,5 mmol/l. Cette valeur se retrouve approximativement chez toutes les espèces de Cervidés (7, 14, 15) ainsi que chez les Bovidés et les Ovidés (6). L'intervalle de variation du taux de calcium du cerf rusa est étroit (2,00-2,83 mmol/l) et témoigne de la stabilité de ce paramètre.

Le phosphore se présente sous plusieurs formes. Le taux du phosphore inorganique (Pi) est beaucoup plus fluctuant dans l'organisme que celui du calcium et la difficulté du dosage vient du fait qu'une portion d'ester phosphorique peut être libérée dans le plasma en cas d'hémolyse (6). Le taux de Pi chez l'animal adulte est de 1,3 à 2,3 mmol/l, mais ce même auteur indique que le taux de Pi est étroitement lié au métabolisme des hydrates de carbone : il diminue avec l'accroissement de l'utilisation de ces hydrates de carbone et vice-versa. Il y a donc une élévation du taux de phosphore inorganique (de 0,3 à 0,6 mmol/l d'après l'auteur) si l'animal est couronné.

Chez le cerf rusa, la valeur moyenne du taux de Pi déterminée au cours de l'étude est assez élevée (3,08 mmol/l) et l'intervalle de variation est important (1,90 à 4,74 mmol/l). Certains animaux ont présenté des signes d'agitation avant leur abattage (stress) et cela a pu avoir une influence sur le résultat des analyses. Chez les autres espèces de Cervidés, les résultats obtenus sont plus faibles et avoisinent ceux relevés chez les ruminants domestiques (6).

Les variations physiologiques observées

KENT et collab. (8) estiment qu'il n'y a pas de variation des taux de calcium et de phosphore avec l'âge, de

même que WILSON et PAULI (21). En ce qui concerne cette étude, une différence significative du taux calcique entre 10 et 30 mois a été trouvée (Tabl. V), mais il n'y a pas de variation régulière de ce paramètre avec l'âge.

Le taux calcique ne varie pas avec le sexe et le stade physiologique de l'animal. En revanche, on a trouvé un taux de phosphore statistiquement supérieur chez le mâle ; il est maximal au stade des bois durs. Chez la biche, les femelles gestantes ont un taux phosphorique plus faible que les jeunes femelles immatures. Ces résultats sont sans doute à relier avec l'activité physique des animaux (Tabl. VI).

Chez les cerfs vivants, on observe des valeurs du taux de calcium entrant dans les normes énoncées ; aucune variation avec l'âge ou le sexe de l'animal ne peut être clairement notée. En revanche, les résultats du taux de phosphore sont inférieurs à ceux déterminés ici chez les cerfs abattus. La valeur élevée trouvée chez le mâle ne pouvant se vérifier, on peut mettre en doute la fiabilité du résultat.

CONCLUSION

Le caractère hautement stressable du cerf est sans aucun doute à prendre en considération pour l'interprétation des résultats. Malheureusement, les protocoles expérimentaux sont encore trop hétérogènes pour pouvoir comparer efficacement les données recueillies chez les différentes espèces.

Le problème du stress à la contention des cerfs est complexe et sera, en partie, résolu quand les méthodes de contention seront standardisées ; les valeurs

L. Audigé

des constantes biologiques recherchées ne sont exploitables que si les perturbations liées au stress sont approximativement constantes.

En ce qui concerne les paramètres biochimiques, les variations notées sont minimales et les résultats peuvent, dans l'ensemble, être exploités. Les études menées par WESSON et collab. (20) ont montré par exemple que le taux d'urée est l'un des facteurs les moins perturbés par les modalités de prélèvement du vivant des animaux.

Les réserves que l'on pourrait formuler concernent le protocole choisi ici, qui consiste à recueillir le sang sur le cadavre juste après la mort. On a pu constater que certains paramètres, notamment les taux d'urée, de créatinine, d'ALAT et de phosphore, pouvaient en

être affectés. Quand les installations le permettront en Nouvelle-Calédonie, il conviendra de redéfinir ces paramètres à partir d'un échantillon de cerfs vivants.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement l'Agence pour le Développement Rural et l'Aménagement Foncier à Nouméa et le Laboratoire Territorial de Diagnostic Vétérinaire à Port-Laguerre pour leur aide précieuse et les moyens qu'ils ont mis en œuvre pour la bonne marche de cette étude.

AUDIGÉ (L.). A study of the blood biological constant of the deer « Rusa » (*Cervus timorensis russa*) in New Caledonia. II. Biochemistry. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (4) : 561-571.

Since the beginning of the year 1987, the deer « Rusa » breeding has been developing in New Caledonia. In 1988, during a slaughter operation in the herds, nearly 90 blood samples were collected in order to define the blood biological parameters (or constants) of this species. As for biochemistry, the following parameters have been searched for : urea (6.8 mmol/l), creatinin rate (151.7 mmol/l), the activity of the creatin kinase (295.2 U/l), transaminase (ALAT : 60.1 UI/l ; ASAT : 22.3 UI/l) and alcalin phosphatases (115.1 U/l), total bilirubin rate (2.76 µmol/l), total proteins rate (61.4 g/l) and albumin (32.6 g/l), calcium (2.42 mmol/l) and phosphorus (3.08 mmol/l). In course of the study, fluctuations of these parameters were detected, according to various criteria and to sampling conditions. *Key words* : Deer - *Cervus timorensis russa* - Blood - Biological constant - Biochemistry - New Caledonia.

AUDIGÉ (L.). Estudio de las constantes biológicas de la sangre del ciervo rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nueva Caledonia. II. Las constantes bioquímicas. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (4) : 561-571.

Desde el principio del año 1987, la cría del ciervo rusa (*Cervus timorensis russa*) está desarrollándose en Nueva Caledonia. En 1988, durante una matanza en cría, el autor realizó unas 90 tomas de sangre para determinar las constantes biológicas de la sangre de dicha especie. En bioquímica, se evidenciaron la tasa de urea (6,8 mmol/l), la de creatinina (151,7 mmol/l), la actividad de la creatina kinasa (295,2 U/l), la de las transaminasas (ALAT : 60,1 UI/l ; ASAT : 22,3 UI/l) y de las fosfatasas alcalinas (115,1 U/l), la tasa de bilirubina total (2,76 µmol/l), la de proteínas total (61,4 g/l) y la de albumina (32,6 g/l), la de calcio (2,42 mmol/l) y la de fósforo (3,08 mmol/l). El estudio mostró variaciones de estos parámetros en función de ciertos criterios fisiológicos y de las condiciones de tomas. *Palabras claves* : Ciervo - *Cervus timorensis russa* - Sangre - Constante biológica - Bioquímica - Nueva Caledonia.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUTZLER (W.), OWADALLY (A. W.). The Deer in Mauritius. Port-Louis, Mauritius, Alpha printing, 1972. 28 p.
2. CHAPMAN (D. I.). Haematology of the deer. In : ARCHER (R. K.), JEFFCOTT (L. B.), eds. Comparative clinical haematology. Oxford, Blackwell Scientific Publ., 1977. P. 345-364.
3. CHARDONNET (P.). Myopathie de capture. Étude de factibilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie. Maisons-Alfort, IEMVT-ADRAF, 1988. P. 149-150.
4. CORNELIUS (C. E.). Liver function. In : KANEKO (J. J.). Clinical biochemistry of domestic animals. 3rd ed. New York, Academic Press, 1980. P. 201-250.
5. ENGLISH (A. W.). Rusa and Chital deer in Australia. Their biology and management. In : Deer refresher course, 10-14 Dec. 1984, University of Sydney. Camden, N.S.W., *Postgrad. Comm. Vet. Sci.*, 1984. P. 407-415 (Proc. n° 72).
6. KANEKO (J.J.). Clinical biochemistry of domestic animals. 3rd ed. New York, Academic Press, 1980. 833 p.

7. KAY (R. N. B.). Blood composition. *In* : ALEXANDER (T. L.) ed. Management and diseases of deer. London, *Vet. Deer Soc. Publ. C.O. Brit Vet. Assoc.*, 1987. P. 203-221.
8. KENT (J.E.), CHAPMAN (D.I.), CHAPMAN (N.G.). Serum constituents of red deer (*Cervus elaphus*). *Res. vet. Sci.*, 1980, **28** : 55-57.
9. KRAMER (J.W.). Clinical enzymology. *In* : KANEKO (J.J.). Clinical biochemistry of domestic animals. 3rd ed. New York, Academic Press, 1980. P. 175-196.
10. Mc ALLUM (H. J. F.). Post-capture myopathy syndrome in red deer (*Cervus elaphus*). *Med. vet. Sci. Thesis*, Massey University Palmerston North, 1978.
11. Mc ALLUM (H. J. F.). Stress and post-capture myopathy in red deer. *In* : Biology of deer production. Wellington, New Zealand Royal Soc., 1985. P. 65-72.
12. MITCHELL (B.), YOUNGSON (R. W.). Teeth and age in Scottish Red Deer. A practical guide to determination of age. *In* : The Red Commission Annual Report 1968. Edinburgh, Neill and Co. Ltd., 1968. P. 5-13.
13. PEDERSON (R.), PEDERSON (A. A.). Blood chemistry and haematology of elk. *J. Wildl. Mgmt*, 1975, **39** : 617-620.
14. PRESIDENTE (P. J. A.). Diseases and parasites of captive Rusa and Fallow deer in Victoria. *Aust. Deer Ass.*, 1978, **3** (1) : 23-38.
15. PRESIDENTE (P. J. A.). Haematology and serum biochemistry of deer in Australia. University of Sydney, *Postgrad. Comm. Vet. Sci.*, 1979. P. 205-209 (Proc. n° 49).
16. PRESIDENTE (P. J. A.), LUMSDEN (J. H.), PRESNELL (K. R.), RAPLEY (W. A.), Mc CRAW (B. M.). Combination of etorphine and xylazine in captive White-tailed deer. II. Effects on hematologic, serum biochemical and blood gas values. *J. Wildl. Dis.*, 1973, **9** : 342-348.
17. REID (T. C.), TOWERS (N. R.). Blood parameters of normal farmed deer. *In* : Biology of deer production. Wellington, New Zealand Royal Soc., 1985. P. 73-76.
18. SCHWARTZ (D.), LAZAR P.). Éléments de statistique médicale et biologique à l'usage des étudiants en propédeutique médicale. 4° éd. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1971. 163 p.
19. SEAL (U. S.), OZOGA (J. J.), ERICKSON (A. W.), VERME (L. J.). Effects of immobilization on blood analyses of White-tailed deer. *J. Wildl. Mgmt*, 1972, **36** : 1034-1040.
20. WESSON (J. A.), SCANLON (P. F.), KIRKPATRICK (R. L.), MOSBY (H. S.). Influence of chemical immobilization and physical restraint on packed cell volume, total protein, glucose and blood urea nitrogen in blood White-tailed deer. *Can. J. Zool.*, 1979, **57** : 756-767.
21. WILSON (P. R.), PAULI (J. V.). Blood constituents of farmed red deer (*Cervus elaphus*). II. Biochemical values. *N.Z. vet. J.*, 1983, **31** : 1-3.